Landwirtschaftliche
JAHRBÜCHER.

Zeitschrift
für
wissenschaftliche Landwirtschaft.

Herausgegeben von

Dr. G. Oldenburg,

Geh. Ober-Regierungsrat und vortrag. Rat im Preuss. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.



BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1919.

Preis des Bandes von fünf Heften (50 Bogen) nebst Tafeln 15 Mark.

Ausgegeben im November 1919.

Die „Landwirtschaftlichen Jahrbücher" erscheinen in Bänden von 5 Heften zu je etwa 10 Druckbogen (im ganzen 800 Seiten). Preis des vollständigen Bandes 15 M., Preis einzelner Hefte je 4 M., Doppelhefte 7 M.

INHALT.

Die Verlagshandlung honoriert Beiträge für die landwirtschaftlichen Jahrbücher mit 51 Mark für den Druckbogen. Die Honorierung umfangreicher Tabellen-Beigaben unterliegt besonderer Vereinbarung mit dem Herausgeber. — **Manuskripte** sind an Geh. Ober-Regierungsrat Dr. Oldenburg, Berlin W., Leipziger Platz 6—10 zu senden.

Von jedem Artikel werden 20 Sonderabdrücke unberechnet geliefert.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstrasse 10 u. 11.

Landwirtschaftliche

JAHRBÜCHER.

Zeitschrift

für

wissenschaftliche Landwirtschaft.

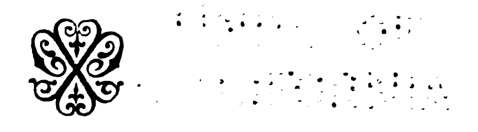
Herausgegeben von

Dr. G. Oldenburg,

Geh. Ober-Regierungsrat und vortrag. Rat im Preuß. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

Vierundfünfzigster Band.

Mit 15 Tafeln und 100 Textabbildungen.



BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstr. 10 u. 11.
1920.

Inhalt des LIV. Bandes.

Seite

Das Kalk-Kali-Gesetz.

Neue Ratschläge zur Vermeidung von Misserfolgen bei der Kalkdüngung.

Gleichzeitig ein Versuch zur Aufklärung der nachteiligen Wirkung grösserer Kalkgaben auf das Pflanzenwachstum.

Von

Paul Ehrenberg-Göttingen.

Wohl nur sehr wenige Pflanzennährstoffe üben eine so bedeutungsvolle und umfassende, dabei aber auch sehr vielgestaltige Wirkung aus, wie der Kalk. Bekannt ist ja z. B., dass in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten auch einmal die nachteiligen Einflüsse dieses leider ebensoviel verwendeten, wie im Kern seiner Wirkungen unbekannten Pflanzennährstoffs behandelt worden sind. So seien die Arbeiten von Th. Arnd erwähnt, die sich mit schädlichen Stickstoffumsetzungen in Hochmoorböden als Folge der Wirkung starker Kalkgaben beschäftigen,[1]) und an die sich Untersuchungen von E. Gully anreihen.[2]) Weiter haben Th. Pfeiffer und seine Mitarbeiter die Schädlichkeit des Kalkes für die Lupine zum Gegenstand sorgfältiger Arbeiten[3]) gemacht, an die sich dann noch weitere Versuche von B. Creydt[4]) und C. v. Seelhorst[5]) sowie von H. Kappen[6]) anschliessen. Die auf ganz anderem Gebiete liegenden, für die physikalische Bodenbeschaffenheit verderblichen Einflüsse übergrosser Gaben gebrannten Kalks suchte P. Ehrenberg jüngst zu verfolgen und klar zu legen.[7]) Ein nach anderer Richtung sich erstreckender Versuch, bisherige Feststellungen zu ergänzen, sei nun hier von gleicher Hand gegeben. —

Die wechselseitige Beeinflussung unserer Düngemittel ist bereits nach mancher Richtung hin Gegenstand der Forschung gewesen. Zuerst war es wohl die Wirkung unserer Kalirohsalze auf den Kalkgehalt des Ackerbodens, welche die Augen der Agrikulturchemiker auf die ganze Gruppe von Erscheinungen lenkte, die wir bereits jetzt für dies Gebiet kennen.

---

[1]) Landwirtschaftl. Jahrb. **47**, 371 (1914); ebendort **51**, 297 (1918); vgl. dazu auch G. A. Ritter, Internat. Mitteilungen für Bodenkunde 2, 411 (1912); Zentralblatt für Bakteriologie Abtl. 2, **34**, 577 (1912).

[2]) Landwirtschaftl. Jahrb. für Bayern **6**, u. a. 19, 31, 37, 38/39 usw. (1916).

[3]) Mitteilungen der landw. Institute der Univ. Breslau **6**, 273 (1911); **7**, 201 (1914).

[4]) Journal für Landwirtschaft **63**, 125 (1915).

[5]) Deutsche landw. Presse **42**, 3 (1915).

[6]) Landwirtschaftl. Versuchsstationen **91**, u. a. 10, 36 u. ff. (1918).

[7]) P. Ehrenberg, Die Bodenkolloide, 2. Aufl., 573/74 (1918); vgl. auch 1. Aufl.

A. SCHULTZ-LUPITZ,[1]) der ja in anderer Hinsicht gleichfalls rühmlichst bekannte Vorarbeiter wissenschaftlicher Aufklärung, hat zuerst die Notwendigkeit reichlicher Kalkgaben für kalkärmere Böden in solchem Falle betont und mit M. MAERCKER[2]) auch den eigentlichen Zusammenhang, die wechselseitige Beeinflussung des kohlensauren Kalkes im Boden durch die Kalirohsalze, klar gelegt.[3]) Nahezu zu gleicher Zeit folgte dann die Feststellung der Einwirkung von kohlensaurem Kalk auf die Ausnutzung der Knochenmehlphosphorsäure und auf das schwefelsaure Ammoniak. Sie fand weitgehende Beachtung, als durch die erfolgreichen Versuche von O. KELLNER und O. BÖTTCHER[4]) nachgewiesen wurde, dass MAERCKERS und auch P. WAGNERS abfälliges Urteil über die Knochenmehlphosphorsäure zum nicht ganz geringen Teil dadurch zustande gekommen war, dass man die Wirkung einer Beidüngung mit kohlensaurem Kalk auf die Löslichkeit der Knochenmehlphosphorsäure nicht beachtet hatte. E. GIUSTIANIS Hinweise auf die Verdunstung von Ammoniak aus mit Ammoniakdünger versehenem, kalkhaltigen und leichten Boden wurden in Deutschland durch P. WAGNER, der lebhaft für die Bedeutung dieses Vorgangs eintrat, allgemeiner bekannt.[5]) Wenn man seitdem auch noch nicht zu völliger Einigung über den Umfang, in dem solche Ammoniakverdunstung auf unsere Pflanzenerträge einwirkt, zu kommen vermochte, so sieht man dieselbe doch wohl nicht mehr als allzu bedeutungsvoll an, soweit die in Betracht kommenden Düngemittel mit dem Boden leidlich gut vermischt worden sind. — Es folgte weiter die Prüfung der Wirksamkeit der sog. physiologisch sauren Salze auf die Förderung der Löslichkeit schwerer für die Pflanze aufnehmbarer Phosphate durch D. PRJANISCHNIKOW, der auch beobachtete, dass Eisenhydroxyd ähnlich wie kohlensaurer Kalk die Verwertung der Knochenmehlphosphorsäure durch die Pflanze beeinträchtigte.[6]) Die neuere Zeit hat endlich noch nicht völlig zum Abschluss gelangte Untersuchungen über die Wirkung des kohlensauren Kalks auf die Eisenaufnahme durch die Lupine gebracht, für die P. MAZÉ mit seinen Mitarbeitern genannt sei,[7]) und ohne Erfolg verbliebene Untersuchungen von A. MITSCHERLICH und W. SIMMERMACHER über den nicht auf physiologisch sauerer Grundlage beruhenden Einfluss schwefelsauren Ammoniaks auf die Löslichkeit der Phosphorsäure im

[1]) Vgl. seine Arbeiten: Die Verbilligung der Produktion, Berlin 1882; Vorträge über Kalidüngung und Steigerung der Erträge, Berlin 1883; Die Kalidüngung auf leichtem Boden, Berlin 1883.

[2]) Die Kalidüngung, 33 (1893).

[3]) Jüngste Feststellungen in dieser Hinsicht bei M. GERLACH und H. VECKENSTEDT, Mittlg. d. Kaiser Wilhelm-Instituts f. Landwirtschaft zu Bromberg, **4**, 382 (1915).

[4]) Deutsche landwirtschaftl. Presse **27**, 27 (1900).

[5]) Nähere Darstellung der verschiedenen Ansichten und Beobachtungen vgl. man bei P. EHRENBERG, Die Bewegung des Ammoniakstickstoffs in der Natur, 57 u. ff., Berlin (1907).

[6]) Landw. Versuchsstationen **65**, 41 u. ff. (1907); ebendort 36.

[7]) Comptes rendues **155**, 435 (1912); **157**, 495 (1913); Annales Institut Pasteur **28**, 60 (1914).

Thomasmehl und Superphosphat.[1]) Dann sind die im Göttinger agrikulturchemischen Institut von N. Aiyangar[2]) ausgeführten Untersuchungen über die Einwirkung der verschiedenen Kalisalze auf die Phosphorsäureaufnahme der Pflanzen zu erwähnen, die weiterer Fortsetzung harren, und schliesslich habe ich, wie hier erwähnt sein mag, mit O. Nolte zusammen schon gelegentlich anderweitiger Untersuchungen die Verminderung der Kaliaufnahme durch stärkere Gaben leichtlöslicher Kalksalze behandelt.[3]) Auf viele dieser Feststellungen wird nun hier in erweitertem Umfange zurückzukommen sein, wobei zunächst noch zu erwähnen ist, dass der Vorrang auf diesem Sondergebiet wieder A. Schultz-Lupitz gebührt, der schon vor fast 40 Jahren darauf hinwies, dass Kalkung und Kali-Düngung bei seinen Lupinenwiesen in engem Zusammenhange standen, und durch reichliche Kaligaben die sog. Mergelkrankheit der Lupinen schon im Jahre 1871 beseitigt werden konnte.[4]) Dass seitdem dies Gebiet der gegenseitigen Beeinflussung der gebräuchlichen Düngemittel bzw.[5]) Pflanzennährstoffe mancherlei Beachtung gefunden hat, konnte der soeben gegebene Überblick, bei dem übrigens, um Platz zu sparen, durchaus nicht die sämtlichen Arbeiten jedes besonderen Einzelforschungsgebietes erwähnt wurden, dartun. Auch ein Hinweis von O. Lemmermann[6]) mag zeigen, dass auch von anderer Seite den hier zu behandelnden Wechselwirkungen der verschiedenen Düngesalze erhebliche Bedeutung beigemessen wird. Dies muss um so mehr der Fall sein, als offenbar bereits der Erfolg eintrat, dass der Forscher, an den Lemmermanns Hinweis sich in erster Linie richtete, nun eine, wie er selbst sagt, erste Arbeit auf dem Gebiet der gegenseitigen Beeinflussung der Düngemittel in pflanzenphysiologischer Hinsicht veröffentlicht hat,[7]) und damit sich den bereits erwähnten Fachgenossen anschloss. Eine weitere ist dann gefolgt.[8]) Auch Clausen bezeichnete schon vor Jahren das Studium des gegenseitigen Einflusses der Düngemittel als eine wichtige Aufgabe der Zukunft.[9]) In den hier von mir mitgeteilten Ausführungen soll nun versucht werden, Aufschlüsse über die Wirkung grösserer Gaben von Kalk auf die Kaliaufnahme aus dem Boden und umgekehrt zu erzielen. Ich hatte in einer früheren Arbeit, auf die noch gelegentlich zurückzugreifen sein wird, mit O. Nolte zum Teil sehr erhebliche Minderaufnahmen von Kali aus kaliarmen Böden unter dem Einfluss grösserer Mengen leichter löslicher Kalksalze feststellen können.[10]) Da meiner Ansicht nach überhaupt die wechselseitige Wirkung der ver-

[1]) Landwirtschaftl. Versuchsstationen **79/80**, 71 (1913).
[2]) Inauguraldiss. Göttingen (1917).
[3]) Journal für Landwirtschaft **62**, 275 u. ff. (1914).
[4]) Landwirtschaftl. Jahrbücher **10**, 784 und 786 (1881).
[5]) Soweit es sich um schon im Erdboden vorhandene Salze handelt.
[6]) Landwirtschaftl. Versuchsstationen **85**, 215 (1914).
[7]) Landwirtschaftl. Jahrbücher **51**, 487 (1918).
[8]) Ebenda **52**, S. 279 (1918).
[9]) Fühlings landw. Zeitung **55**, 640 (1906).
[10]) Journal für Landwirtschaft **62**, 275 (1914).

schiedenen üblichen Düngemittel aufeinander bzw. auf ihre Aufnahme durch die Pflanzen von unserer Agrikulturchemie immer noch weniger als wünschenswert Behandlung gefunden hat, so sollten auf diesem Gebiet für Kali und Kalk neue Beobachtungen gesammelt und dann auf Grund des schliesslich Bekannten ein besonderer Versuch zur Durchführung gebracht werden. In dieser Absicht sind die jüngst von mir und meinen Mitarbeitern veröffentlichten Versuche über Elektrokali zur Ansetzung gebracht worden und werden hier in erster Linie nach dieser Richtung verwertet werden. Die im Anschluss an sie geplante Durchführung eines besonderen, die Dinge möglichst weitgehend aufklärenden Versuchs musste indessen zunächst leider unterbleiben, weil mehr unmittelbare Tätigkeit für die heimische Landwirtschaft wie auch Überlastung mit Versuchen für amtliche Stellen mir nicht die nötige Zeit übrig liess. —

I. Das Kalk-Kali-Gesetz.

Abweichend von dem sonstigen Gebrauch, die erzielten Folgerungen in einem Schlusswort noch einmal zusammenzufassen, bringe ich die Ergebnisse meiner Versuche und Überlegungen hier zum Beginn.

Man möge es mir zugute halten, dass ich in der heutigen unruhevollen Zeit dem Leser zunächst die Wichtigkeit des Gebietes und der wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit erzielten Schlüsse vor Augen führen will, bevor ich ihm zumute, über 8 Dutzend Seiten verwickelter und nicht immer sofort mühelos einleuchtender Darlegungen zu lesen, und sich durch manches „Für“ und „Gegen“ hindurchzuarbeiten.

Ich gebe mich der Hoffnung hin, dass ich es so erreiche, nicht unwesentlich mehr Leser, zumal aus der landwirtschaftlichen Praxis, zu veranlassen, auch meine Einzeldarlegungen zu verfolgen. Gerade meinen Berufsgenossen in der Praxis möchte ich die Augen öffnen und sie veranlassen, meine Ratschläge zu erproben und dann zu berücksichtigen, sowie Beobachtungen auf dem hier in Frage kommenden Gebiet zu sammeln. Beobachtungen allerdings, welche nicht im Schatze der eigenen Erfahrung vergraben werden sollen, sondern auch zum Nutzen der Allgemeinheit uns anderen, zumal den Agrikulturchemikern und anderen landwirtschaftlichen Forschern zur Beobachtung und Kenntnisnahme zu unterbreiten sind.

Als das *Kalk-Kali-Gesetz* sei nun folgender Satz bezeichnet:

Wird für eine nur schwächer mit Kali versorgte Pflanze die Kalkzufuhr erheblich gesteigert, so tritt hierdurch eine Zurückdrängung der Kaliaufnahme ein, welche erhebliche Schädigung im Gefolge haben kann; durch einseitige Verstärkung der Kalidüngung kann aber wieder die Pflanze vor Kalküberschwemmung bewahrt und zu günstigerer, gegebenenfalls normaler Entwicklung gebracht werden.

Ich bin überzeugt, dass man mit Hilfe dieses Satzes so manchen Misserfolg bei der Kalkung von Acker, Wiesen und Weiden vermeiden wird, und. was vielleicht noch erheblich wichtiger ist, die günstigen Erfolge der

Kalkdüngung mit wesentlich grösserer Sicherheit erreichen, ihr Ausmass in nicht ganz unerheblichem Umfange wird steigern können. Gerade bei der Anwendung des Kalkes, der doch die Grundlage für erfolgreiche Benutzung unserer sämtlichen sonstigen Düngemittel bilden muss und in besser geleiteten Wirtschaften auch bildet, sind wir noch weniger, als für die Verwendung der Phosphorsäure, des Kalis und des Stickstoffs über die Massnahmen und Kunstgriffe unterrichtet, die uns zu höchster Ausnutzung der Aufwendungen führen. Ja, man kann wohl sagen, dass trotz mancher Bemühungen, auch auf diesem Gebiet bessere Klarheit zu verbreiten — von denen ich besonders nur das bekannte Kalkdüngungsbuch der D. L.-G. von M. Hoffmann nennen will —, der überwiegende Teil unserer Praktiker zwar die Notwendigkeit regelmässiger Kalkzuführung in bestimmten Zeitabschnitten kennt und berücksichtigt, aber damit auch den Punkt Kalk in seinen wirtschaftlichen Überlegungen als erledigt ansieht. Dass der Kalk nicht nur auf die Bodengare und auf die Krümelbildung einwirkt, sondern auch ein gewichtiges Mittel darstellt, unsere übrigen kostspieligen Düngemittel zu besserer oder schlechterer Ausnutzung zu bringen, mag noch, zum Teil unter dem etwas verschwommenen Begriff der Bodenaufschliessung, geistiges Eigentum unserer besser ausgebildeten Berufsgenossen sein. Aber dass der Kalk auch wie ein ungetreuer Knecht nicht nur seine eigenen vorteilhaften Wirkungen herabsetzen und sogar beseitigen, sondern noch dazu mancherlei Schaden stiften kann, wenn wir seine besonderen Wirkungen chemischer und physiologischer Art nicht ausreichend in Rechnung stellen, dürfte noch gar zu wenig bekannt sein. Die Beeinträchtigung der Phosphorsäurewirkung durch Kalk, obwohl schon seit längeren Jahren bis auf die jüngste Zeit immer wieder bearbeitet — ich konnte ja in der Einleitung verschiedene derartige Arbeiten anführen —, ist doch nur zu sehr geringen Bruchteilen für unsere Landwirte bekanntes Gebiet; die Einflüsse gar, welche hierbei die Kalidüngung auf den Kalk und so gemeinsam mit ihm auf die Phosphorsäure auszuüben vermag, werden wohl zumeist völlig unbekannt sein.[1]) Und was weiss endlich der Praktiker von der Wirkung des Kalis auf die Aufnahme des Kalkes durch die Pflanze, und umgekehrt, sowie von der Wirkung des Kalkes im Innern der Pflanze?

Da hoffe ich, dass das Kalk-Kali-Gesetz ihm nicht selten behilflich sein wird, Fehler zu vermeiden und durch richtige Beachtung eines eigenartigen Zusammenhanges zwischen den, bei der Pflanzenernährung in Betracht kommenden, wirksamen Mengen von Kalk und Kali, die Ernteerträge möglichst häufig merkbar zu steigern.

Freilich wird es für ausreichendes Verständnis nicht genügen, einfach das Gesetz wie vorstehend niederzuschreiben, sondern so mancher der einzelnen Punkte desselben dürfte nähere Darlegungen erfordern. Sie zu geben, sei jetzt zunächst meine Aufgabe:

---

[1]) Vgl. N. Aiyangar, Inauguraldissertation Göttingen (1917).

Was sind zunächst schwächer mit Kali versorgte Pflanzen?

Ich sehe bereits ein etwas geringschätziges Lächeln bei manchem Leser, wenn er erwidert: „Nun, natürlich alle auf kaliärmerem Boden wachsenden, nicht mit Kali gedüngten Feldfrüchte."

Und doch glaube ich, dass diese Antwort nicht ausreicht. Ich erinnere nur an die bekannte, oder doch wenigstens von seiten der Agrikulturchemie häufiger hervorgehobene Tatsache, dass unsere Kulturpflanzen in sehr verschiedenem Umfange fähig sind, das Kali des Bodens aufzuschliessen und für sich zu verwerten, sowie dass sie zweitens einen durchaus nicht gleichartigen Kalibedarf aufweisen.

In den später folgenden Darlegungen bin ich gelegentlich auf beide Umstände näher eingegangen. Hier mag es genügen, daran zu erinnern, dass z. B. von unseren Sommergetreidearten die Gerste eine sehr geringe, der Hafer eine recht erhebliche Befähigung besitzt, das Bodenkali auszunutzen; dass der Sommerweizen darin dem Winterweizen,[1]) aber auch dem Hafer nachsteht, während von unseren beiden Hauptlıackfrüchten die Rübe an Aneignungsfähigkeit für die Kalischätze unseres Kulturlandes die Kartoffel wohl merkbar übertrifft. Das Bedürfnis für reiche Kaliernährung teilt die Rübe aber mit der Katoffel, und ebenso sind Buchweizen [2]) und Tabak, sowie z. B. von Futterpflanzen Serradella und Lupine, in dieser Richtung bekannt.

Ziehen wir den Schluss hieraus, so wird sich für jeden Leser ergeben, dass Gerste bei nur mässiger Kalidüngung, oder auf einem kalireicheren Boden doch zu wenig mit Kali versorgt sein kann, während dies bei Hafer trotz jahrelanger Unterlassung jeder Kalidüngung häufig so leicht kaum der Fall sein wird. Buchweizen mag auf einem Boden, der dem Winterroggen noch in völlig ausreichendem Umfange Kali zur Verfügung stellt, schon starkes Bedürfnis danach empfinden, und auf reichem Boden und bei gleicher Kalidüngung wird die Kartoffel eher Kalimangel leiden, als die zwar auch stärksten Bedarf daran zeigende, aber auch das Bodenkali sich recht stark aufschliessende Zuckerrübe. So gilt es, je nach der angebauten Kulturpflanze, sich die Frage vorzulegen, ob sie nach Fähigkeit und Ansprüchen etwa schwächer mit Kali versorgt sein könnte? — Aber das genügt noch nicht.

Wir wissen ja längst, dass die Frage der Nährstoffzufuhr für unsere Pflanzen, die Düngung, nur im Zusammenhang mit der Fruchtfolge betrachtet werden darf. — Es gilt somit auch mit Beachtung der in einzelnen Jahren wechselnden Düngung und der Vorfrüchte sich über die Kaliernährung klar zu werden, die der von uns jeweils besonders berücksichtigten Pflanze zur Verfügung steht.

---

[1]) Über dessen Kaliaufnahme bzw. Kali-Aneignungsfähigkeit vgl. u. a. auch J. H. PETTIT, Inauguraldissertation Göttingen 29 (1909).

[2]) Buchweizen vermag sich das Bodenkali sehr viel besser zu erschliessen als Gerste, vgl. PETTIT, a. a. O. 49.

Sind mehrere Kalifresser voraufgegangen, darunter womöglich solche, die das Bodenkali stark anzugreifen vermögen, so mag selbst ein ziemlich kalireicher Boden trotz voraufgegangener Düngung mit dem ja auch Kali zur Verfügung stellenden Stalldünger doch vielleicht nur noch verhältnismässig wenig Kali für die Ernährung eines das Bodenkali nur schwach aufschliessenden Kulturgewächses, wie es etwa die Sommergerste ist, bereit stellen.

Haben wir regelmässig oder gelegentlich mit Kali gedüngt, so heisst es ausser den bereits erwähnten Umständen auch auf die Fähigkeit des Bodens, das Kali festzulegen und derart der Auswaschung, aber auch zum Teil den Pflanzen zu entziehen, genügend acht zu geben. Ebenso ist die Niederschlagsmenge von Bedeutung, die uns bald grössere, bald geringere Kalimengen in den Untergrund wäscht, und so zumal auf leichteren Böden mit an unserem Kalivorrat im Boden erheblich zehren kann. Dabei ist nicht zu vergessen, dass andere Düngemittel unter Umständen das vom Boden gebundene Kali lösen und so der Aufnahme durch die Pflanzen, aber auch gegebenenfalls der Auswaschung, in steigendem Umfange überliefern. Eine reichliche Kalkung mit gebranntem Kalk etwa zu Kartoffeln, die bereits im Herbst aufgebracht und verteilt ist, wird bei allen nicht besonders schweren und tiefgründigen Böden zu merkbaren Kaliverlusten durch Auswaschung führen müssen; durch einseitige Chilesalpeterdüngung, wie sie vor dem Kriege nicht gar zu selten vorkam, konnte der Landwirt seinen Boden recht erheblich an Kali aussaugen.

Absichtlich habe ich hier nicht die Pflanzen oder Fruchtfolgen besonders aufgezählt, die für eine schwächere Versorgung einer Kulturpflanze, wie sie für das Kalk-Kali-Gesetz wichtig ist, massgebend sein können. Denn nicht Rezepte geben will ich, sondern zu eigener Prüfung und Überlegung anleiten. Rezepte werden die grosse Mannigfachigkeit der in der Landwirtschaft für jeden einzelnen Fall vorkommenden Bedingungen niemals ausreichend zu erschöpfen vermögen. Ebenso wie ein fertig gekaufter Anzug nie dem Träger wirklich gut stehen wird und nie einem Massanzug gleichkommt, so kann auch ein nach Rezepten wirtschaftender Gutsleiter niemals den höchsterreichbaren Erfolg in seiner Wirtschaft erzielen. Der Landwirt muss eben seine Massregeln seinem Acker, den Zeitverhältnissen, Arbeitskräften, Preisen u. dgl. immer wieder von neuem „auf den Leib zuschneiden“, und wenn er das bislang noch nicht nötig hatte, so ist das ganz gewisslich jetzt der Fall.

Wann wird für eine Pflanze die Kalkzufuhr erheblich gesteigert?

Diesmal bedarf es wohl nicht der Erklärung, dass ich nicht etwa meine Leser über Binsenwahrheiten zu belehren beabsichtige, wie etwa über die Tatsache einer Steigerung der Kalkzufuhr für die Pflanze entsprechend der angewandten Kalk- oder Mergelmenge. Doch auch hier sind sehr verschiedenartige und gewichtige Bedingungen zu berücksichtigen und zu bewerten.

Zunächst einmal haben wir ebenso für den Kalk wie für das Kali die Fähigkeit unserer Kulturpflanzen, den Boden aufzuschliessen, zu beachten, daneben nicht weniger die Ansprüche. welche von ihnen an die Ernährung durch diesen Pflanzennährstoff gestellt werden. Wir wissen, dass mit wenigen Ausnahmen die Hülsenfrüchte und Kleearten viel Kalk verlangen, auch der Tabak scheint an reichliche Kalknahrung angepasst zu sein, nicht weniger die Möhre. In hohem Maße den Kalk auch aus kalkarmen Böden herauszuholen, versteht die Lupine, die aber vermutlich nur ein geringes, aber doch deutlich zum Ausdruck gelangendes Bedürfnis nach Kalk besitzt.[1])

Auch Roggen und Kartoffeln vermögen wohl sich auch aus kalkarmen Böden noch ausreichend mit diesem Nährstoff zu versorgen. Weitere Beispiele wird man den unten gegebenen Ausführungen entnehmen können.

Vorfrucht und Düngung werden wir natürlich auch für die im Erdboden verfügbaren und daraus löslich werdenden Kalkmengen berücksichtigen müssen. Aber hier finden wir gegenüber den bei Kali hervorgehobenen Verhältnissen auch bereits viele Besonderheiten. Die Kalisalze, die wir als Dünger verwenden, sind wasserlöslich, und auch das Kali im Stalldünger wird als leichtlöslich anzusehen sein. Ganz andere und weitaus mannigfaltigere Möglichkeiten bringt die Kalkung, bei der gebrannter wie gelöschter Kalk, gemahlener Handelsmergel verschiedener Sorten, endlich Naturmergel sehr wechselnder Beschaffenheit und Herkunft in Frage kommen kann, gar nicht zu reden von den verschiedenen Abfallkalken der Industrie. Auf Einzelheiten einzugehen, würde hier zu weit führen, es sei zum Teil auf meine Ausführungen an anderem Orte hingewiesen.[2]) Doch mag darauf aufmerksam gemacht sein, dass zumal gebrannter wie gelöschter Kalk im Boden grössere Mengen leichtlöslichen Kalkes zur Verfügung stellen; ebenso wirkt sehr fein gemahlener. Handelsmergel im Vergleich mit demselben Dünger gröberer Mahlung und in gleicher Weise Kalksteindüngemehl aus weichem, erdigen Gestein gegenüber solchem aus kristallinem Kalkkarbonat. Natürlich können die beiden zuletzt genannten Umstände, also feinste Mahlung und Herkunft aus weichem, erdigem Gestein, sich in einem Handelsmergel vereinen und ihn so besonders leichtlöslich machen. Ebenso wie umgekehrt ein nur gröberes Mehl aus hartem, kristallinen Kalkstein seine Kalkwirkung zumeist nur langsam und schwach äussern kann. Ganz ähnlich müssen beim Naturmergel Beschaffenheit und Herkunft, etwaige Aufarbeitung durch Frost und andere Witterungsverhältnisse, wechselnde Neigung steiniger Teile zum Zerfall und andere Umstände

[1]) Vgl. J. KONOWALOW, Landwirtschaftliche Versuchsstationen **74**, 351 (1911), wo allein von vielen herangezogenen Pflanzensorten die Lupine auch bei geringsten Kalkgaben keine Mangelerscheinungen aufwies, also mit dem im Samen vorhandenen Kalk ausreichte, der freilich in den Lupinenkörnern reichlich vorhanden ist. Weiter erinnere man sich der Feststellungen von K. HILLMANN über die durch dauernden Lupinenbau eingetretene, verderbliche Kalkarmut der Lupitzer Lupinenwiesen. Illustr. Landw. Ztg. **26**, 29 (1906).

[2]) P. EHRENBERG, Die Bodenkolloide, 2. Aufl., 563 (1918).

wirken. Nicht weniger kommt die mehr oder minder gute und gründliche Vermischung des Kalkes mit dem Erdboden in Betracht.

Aber wenn schon diese Punkte sämtlich für die Steigerung der Kalkzufuhr einer Kulturpflanze beachtet werden müssen, und je nachdem dieselbe bald rascher, bald langsamer, bald in höherem, bald in geringerem Umfange eintreten lassen, so bieten sie uns erst den Anfang der Ursachen, welche zur Steigerung der Kalkzufuhr für eine Pflanze beizutragen vermögen.

Zunächst wird hierfür noch weiter die Stärke der Kohlensäurebildung im Boden massgebend sein. Ist dieselbe durch Humusgehalt oder Verwendung von Stalldünger oder Gründüngung gefördert, so muss natürlich dadurch auch die Lösung von Kalk aus natürlichen oder künstlich zugeführten Vorräten des Bodens an kohlensaurem Kalk zunehmen und derart die Kalkzufuhr zu den jeweils wachsenden Pflanzen gesteigert werden.

Indessen wird ferner auch die Bildung von Kohlensäure durch die Pflanzenwurzeln eine Rolle für die Lösung des Kalkes spielen. Die auf diesem Gebiet bestehenden Verschiedenheiten sind allerdings grösstenteils nur wenig bekannt. Immerhin darf angenommen werden,[1]) dass z. B. unsere Hackfrüchte in dieser Richtung ziemlich stark wirken, indessen besonders erst nach Erreichung ihrer vollen Grösse. Von den uns als kalkempfindlich bekannten Pflanzen sind es Buchweizen und Lupinen, die durch Kohlensäureabgabe ziemlich stark auf Lösung von kohlensaurem Kalk aus dem Boden wirkten, weniger der Lein. Nicht minder ist für die Steigerung der Kalkzufuhr zu unseren Acker- und Wiesenpflanzen die Witterung bedeutungsvoll. Fällt häufig und nicht zu wenig Regen, so wird die mit löslichem Kalk angereicherte Bodenlösung in die Tiefe gespült, ohne dass die dieselbe ersetzende Feuchtigkeit Gelegenheit fände, sich bis zu ihrer erneuten Verdrängung in dem stark angefeuchteten Boden genügend mit Kohlensäure anzureichern, um dann damit grössere Mengen von kohlensaurem Kalk zu lösen. Weiter wird trübes, wenig Sonnenschein bietendes Wetter und feuchte Luft dahin wirken, dass von der Feuchtigkeit der oberen Bodenschichten wenig verdunstet, und so auch die Kapillarwirkung nicht etwa mit Kalk angereichertes Wasser wieder in den Bereich der Wurzeln emporzuheben vermag. Trockene Jahre dagegen bieten durch reichliche Durchlüftung, Wärme und gesteigerte Kapillartätigkeit im Boden alle Bedingungen, um stark mit kohlensaurem Kalk angereicherte Bodenlösungen im Bereich der Pflanzenwurzeln zu halten. Natürlich werden kapillarkräftige Böden sich hier besonders betätigen können, wie weiterhin wenig wasserhaltende Erde die geringe Menge ihrer Bodenlösung rasch eine hohe Kalkkonzentration erreichen lässt, falls der Boden kalkhaltig ist.

In der gleichen Richtung wird sich auch ein weiterer Unterschied zwischen leichtem und schwerem Boden zeigen müssen. Der erste wird selbst bei nassen Jahren so leicht nicht in seiner Durchlüftung Schaden nehmen, daher sich im Frühjahr rascher erwärmen, auch in ihn eingebrachte,

[1]) P. Ehrenberg, Die Bodenkolloide, 2. Aufl. 641, 655, (1918).

organische Massen rasch zersetzen, und derart, soweit er überhaupt über leichter zersetzliche Humusmassen oder die zu deren Bildung erforderlichen Stoffe verfügt, in der Zeiteinheit viel Kohlensäure liefern und so kohlensauren Kalk stark lösen.

Weiterhin muss aber der schwere Boden aus einer stark Kalk enthaltenden Bodenlösung durch Adsorption und Basenaustausch Kalk herausnehmen und derart die Bodenlösung in ihrem Gehalt hieran herabsetzen. So wird, einmal der schwächeren Durchlüftung und deshalb verhältnismässig langsamer verlaufenden Kohlensäurebildung halber, dann wegen dieser Herausnahme von Kalk aus einer daran angereicherten Bodenlösung, das Bodenwasser schweren Bodens vermutlich vielfach ärmer an Kalk sein, als das eines leichten Bodens mit sonst ganz entsprechenden Eigenschaften.

Die Zersetzung der Humusstoffe und der zugeführten organischen Massen bringt aber ausser Kohlensäure noch Ammoniak in den Boden, das sich zu Salpetersäure umsetzt und hierbei wieder Kalk in Lösung bringt. Auch bei dieser Gelegenheit wird sich der leichte Boden dadurch auszeichnen, dass er rascher, und somit in der Zeiteinheit mehr, salpetersauren Kalk an die Bodenlösung liefert, falls er, was natürlich Grundbedingung für alle diese Überlegungen ist, überhaupt genügend Kalk enthält oder als Dünger empfangen hat. Der weniger durchlüftete, schwerere Boden wird dagegen auf alle Massnahmen, die auf seine verstärkte Lockerung und Durchlüftung hinarbeiten, mit vermehrter Löslichmachung von Kalk antworten, so vor allem auf Schwarzbrache und damit verwandte Behandlungsarten. Hierbei ist selbstverständlich zu bedenken, dass der auf diese Weise in zum Teil ganz erheblich vermehrtem Maße gelöste Kalk natürlich im Winter und früh im Frühjahr sehr umfassend ausgewaschen werden kann, falls nicht besondere Trockenheit herrscht, so dass dann für die etwa folgende Sommerfrucht natürlich nicht mehr ein derartiger Kalküberfluss besteht. Bauen wir aber Raps nach Brache, so können wir damit rechnen, dass er sehr leichtlöslichen Kalk im Boden vorfindet, und nicht mit Unrecht verlangt man daher zu dieser Frucht im allgemeinen eine recht starke Kalidüngung in Form der höherhaltigen Salze, um den nach dem Kalk-Kali-Gesetz zu erwartenden Schädigungen durch den vielen, im Boden löslich gewordenen Kalk entgegenzuarbeiten. Ist freilich, wie oft zu Raps, eine sehr starke Stallmistgabe verabfolgt, so bringt ja auch diese schon reichlich Kali in den Boden. Vorzuziehen wird aber immer noch eine Zugabe von hochwertigem Kalisalz sein. —

Dass wir durch viele unserer Kunstdüngemittel, wie Superphosphat, Ammoniaksuperphosphat, Thomasmehl, Kalkstickstoff, Kalksalpeter, Knochenmehl usw. zum Teil sehr erhebliche Mengen von leichtlöslichem Kalk in den Boden bringen, ist vielfach noch nicht genügend beachtet worden, und kann auch bei besonders kalkempfindlichen Pflanzen, wenn

[1]) Zusammenstellung darüber bei P. Ehrenberg, Die Bodenkolloide, 2. Aufl., 621 (1918).

Kali fehlt und grössere Mengen der einzelnen Düngemittel verabfolgt werden, bedenklich sein; jedenfalls kann auch hierin eine erhebliche Steigerung der Kalkzufuhr begründet sein.

Dann sind die sog. physiologisch sauren Salze zu beachten, wie besonders schwefelsaures Ammoniak, Chlorammonium u. dgl. Die letzten setzen sich im Boden unter Bildung von Salpetersäure um und müssen nun zur Bindung dieser Säure, wie zum Abbinden der an sie gebunden gewesenen Säure, also Schwefelsäure oder Salzsäure, Kalk im Boden in Lösung bringen. Dass durch dauernde Verwendung reichlicher Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak der Kalkvorrat des Bodens mit der Zeit in weitem Umfange in Lösung überführt wird, vergleiche man in der Literatur.[1])

Ganz besonders wirken endlich unsere Kalirohsalze auf Lösung des Kalkes im Boden hin. Das ist ja, wie auch weiter oben verglichen sein mag, der Praxis bereits lange bekannt, aber bisher zumeist nur von dem Gesichtspunkt aus bewertet worden, dass man bei dauernder, reichlicher Verwendung von Kalirohsalzen ab und zu Kalk zuführen zu müssen glaubte. Ich weise jetzt hier darauf hin, dass in der starken Verwendung der Kalirohsalze ein sehr gewichtiges Mittel vorhanden ist, die Bodenlösung mit leichtlöslichem Kalk anzureichern, und sie deshalb also sehr wesentlich auf die Steigerung der Kalkzufuhr für eine Pflanze hinwirken, natürlich je nach der Auswaschungsmöglichkeit bei Herbstanwendung mehr oder weniger. Es werden aber auch andere Salze, soweit sie in grösserer Menge angewendet werden, die Löslichkeit des im Boden vorhandenen Kalkes erhöhen und daher die Kalkzufuhr für eine Pflanze bald mehr, bald weniger verstärken, sie dürfen nur nicht Kohlensäure enthalten und selbstverständlich auch keinen Kalk, und müssen dabei möglichst leichtlöslich sein.

Dass endlich auch noch die Lage zur Sonne und weiter überhaupt der Umstand, ob ein Stück Land eben oder am Hang geneigt liegt, für die Möglichkeit einer Kalkanreicherung im Bodenwasser, und damit für die Förderung einer Verstärkung der Kalkzufuhr zu einer Pflanze Bedeutung besitzen, ist einleuchtend. Zumal die am Rand und am Abhang liegenden Feld- und Wiesenstücke werden, wie H. Hesselman[1]) nachwies, mit Kalk gut versorgt sein.

Wir wissen somit jetzt, wann wir unter Umständen mit schwächerer Kaliversorgung der einen oder anderen von unseren Kulturpflanzen zu rechnen haben, und wann die Möglichkeit vorliegt, dass es zu einer stärkeren Steigerung der Kalkzufuhr für sie kommt; dann haben wir also mit der Gefahr zu rechnen, dass es zu einer erheblichen Schädigung der Pflanzen kommt, wie wir sie aus dem Kalk-Kali-Gesetz voraussehen können. Als Gegenmittel wissen wir aus dem gleichen Gesetz eine einseitige Verstärkung der Kalidüngung anzuwenden.

---

[1]) Vgl. P. Ehrenberg, Die Naturwissenschaften 6, 313 (1918); besonders aber H. Hesselman, Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden usw. Meddelanden Från Statens Skogsförsöksanstalt, Heft 13/14, XLVI/XLVII (1917).

Was ist aber eine einseitige Verstärkung der Kalidüngung?

Wir werden nur dann von einseitiger Verstärkung der Kalidüngung reden können, wenn wir uns davor zu hüten wissen, gleichzeitig mit dem Kali Stoffe in den Boden einzuführen, welche mittelbar oder unmittelbar die Kalkzufuhr zu der Pflanze verstärken.

So wird eine Zuführung von Stallmist gewiss die der Pflanze zur Verfügung stehenden Mengen von Kali vermehren; indessen bringt der Stallmist durch seine organischen Massen eine lebhafte Kohlensäurebildung im Acker zustande, die zu verstärkter Lösung von Kalk führen muss. Dadurch ist also die zur Heilung solcher, auf dem Kalk-Kali-Gesetz beruhenden Schadenfälle erforderliche, einseitige Kalizuführung nicht recht zu verwirklichen.

Auch Jauche, die ja das kalireiche Düngemittel in der Zahl unserer sellstgewonnenen Dungstoffe darstellt, wird zwar nicht ihrer organischen Bestandteile halber, da diese zu sehr zurücktreten, wohl aber wegen ihres oft nicht geringen Kochsalzgehaltes weniger geeignet sein, da sie so auch wieder durch Umsetzung auf Lösung von Kalk hinwirken kann, wenn auch weniger. Das gleiche gilt von ihrem im Boden in Salpetersäure übergehenden Ammoniakgehalt.

Ganz besonders sind aber in den hier wichtigen Fällen die Kalirohsalze ungeeignet, zur Kalizufuhr zu dienen. Sie müssen im Gegenteil oft noch den Schaden vergrössern, da es bei reichlichen Kaligaben in ihrer Gestalt gar nicht möglich ist, starke Lösung von Kalk in kalkhaltigerem Boden zu vermeiden. Selbst ihre Verwendung vor Winter kann nur in nassen Wintern vor der Verstärkung des Kalkgehaltes in der Bodenlösung bewahren.

Endlich werden auch Gemische von Kalisalzen mit Ammoniaksalzen oder Phosphaten weniger geeignet sein, da sie, bald unmittelbar, bald mittelbar, auf Vermehrung der Kalkzufuhr für die Pflanzen wirken.

Nur möglichst reine Kalisalze, und zwar am besten das höchstprozentige reine Chlorkalium, werden in solchen Fällen in erster Linie anzuwenden sein; das Kalisulfat bringt schon die Wahrscheinlichkeit stärkerer Lösung des Kalkes im Boden, da es einmal durch sein Sulfat in dieser Richtung stärker wirkt als das andere Salz,[1]) und zweitens gegenüber dem reinen 90—95 % igen Chlorkalium in etwas grösserer Menge angewendet werden muss. Es ist jedoch durchaus möglich, dass in der Mehrzahl der Fälle auch die Anwendung des 40 % igen Kalidüngesalzes ausreicht, zumal wenn man dies recht frühzeitig im Frühjahr zur Anwendung zu bringen vermag. Dass man aber auch schon mit ihm eine nicht ganz geringe Menge von Nebensalzen in den Boden bringt, darf nicht vergessen werden; bei sehr empfindlichen Pflanzen, oder in Fällen einer besonders ungünstigen Gestaltung der übrigen Verhältnisse wird das höchstprozentige Chlorkalium immer am besten anzuwenden sein. Die Kalirohsalze werden nur, wenn

[1]) Vgl. unten.

man auf sehr gute Auswaschung des löslich werdenden Kalkes im Winter rechnen kann, in Frage kommen, besser aber für die hier in Betracht zu ziehenden Fälle wohl nicht, da man doch die Witterung nie in der Hand hat. —

Weshalb ist trotz derartiger Berücksichtigung nicht in allen Fällen mit Sicherheit auf Behebung aller ungünstigen Erscheinungen zu rechnen?

Wie weiter unten dargelegt werden wird, ist eine ungünstige Wirkung erhöhter Kalkzufuhr zu den Pflanzen nicht selten auch noch in anderer Weise als nur nach dem Kalk-Kali-Gesetz vorhanden. Es kann dazu kommen, dass die Eisenaufnahme der Pflanzen behindert wird, so dass man auch hiergegen etwaige Massregeln ergreifen müsste. Weiterhin können bei Leguminosen gewisser Arten vermutlich die Knöllchenbakterien durch Kalküberfluss geschädigt werden, so dass dann auf diesem Gebiet einzuschreiten wäre. Endlich liegt die Wahrscheinlichkeit zum mindesten nicht ganz fern, dass die von mir bisher nicht untersuchte Wirkung der verschiedenen Magnesiumsalze in der einen oder anderen Weise den Kalksalzen ähnlich sein kann, so dass auch hier noch Schädigungsmöglichkeiten vorhanden sind. Andere Fälle, deren Kenntnis uns zum Teil auch noch völlig abgeht, werden hinzutreten. Trotzdem dürfte sich zeigen, dass die Zahl der Fehlschläge, zu denen uns die Berücksichtigung des Kalk-Kali-Gesetzes führt, doch vergleichsweise gering ist zu dem dadurch bedingten Vorteil.

Nur beiläufig sei nochmals erwähnt, dass z. B. eine Kalkung oder eine Düngung mit Natronsalzen auch dahin zu wirken vermag, dass im Boden Kali in gar nicht so unerheblichen Mengen löslich wird. So kann die Kalkung zumal auf schweren, adsorptionskräftigen Böden zum Teil selbst wieder auf Herabminderung der durch sie etwa hervorgerufenen Schäden hinwirken.

Wie haben wir uns daher schliesslich zu der Frage zu stellen: „Sollen wir kalken oder nicht?"

Der Landwirt soll selbstverständlich überall dort fortfahren, Kalk in der als erprobt anzusehenden Form zu geben, wo er dies auch schon bisher mit Nutzen getan hat. Er soll aber auch versuchen, dort, wo entweder ein Misserfolg oder auch kein Vorteil der Kalkdüngung vorhanden war, durch Berücksichtigung des Kalk-Kali-Gesetzes, also unter Anwendung ausreichender Kalizugaben, eine bessere Kalkwirkung zu erreichen und sich so die Vorteile der Kalkdüngung zu sichern, wo dies bislang noch nicht angängig erschien. Zugleich soll er die von ihm angebauten Feldfrüchte auf ihre Empfindlichkeit gegen verstärkte Kalkzufuhr mustern und darauf halten, dass die Kalkung so gegeben wird, dass kalkempfindliche Feldfrüchte möglichst wenig von ihr leiden bzw. durch verstärkte einseitige Kalizufuhr gegen solchen Schaden gesichert werden.

Also: Kalk nicht ohne zweckmässige, ausreichende Kalidüngung geben und unter Berücksichtigung der verschiedenen Empfindlichkeit der Kulturpflanzen gegen die oft durchaus nicht unmittelbar nach der Kalkung oder Mergelung erscheinende Kalkwirkung auf sie.

Einzelheiten wird der Landwirt aus den nun folgenden Darbietungen entnehmen können, zumal aus den Besprechungen in den beiden letzten Teilen dieses Buches. Immer sollte er aber bedenken, dass es nicht genügt, einen Rat oder ein Rezept zu besitzen und zu befolgen.

Erst durch wirklich gründliches Kennenlernen der ganzen Verhältnisse, so hier der Umstände, die zur Aufstellung des Kalk-Kali-Gesetzes führten, wird der Landwirt es lernen, die für ihn in Betracht kommenden Bedingungen wirklich zu beherrschen und so jeweils die richtige Entscheidung in zielbewusster Anpassung an die Verhältnisse zu treffen.

Nicht mechanisches Auswendiglernen und Ausprobieren, sondern Erkennen und Wissen führen auf die Höhe des Erfolges.

II. Die Elektrokaliversuche der Jahre 1914 und 1915.

Im Anhang ist eine kurze Darstellung der Versuche nebst Versuchsplan und Ernteergebnissen gebracht. Näheres sehe man in der dort angegebenen eigentlichen Veröffentlichung.

Zunächst handelt es sich für mich darum, die Wirkungen der Kalkgaben auf die Ernten für diese Elektrokaliversuche an einigen Beispielen klarzulegen. Ist wirklich eine Schädigung durch den Kalk, eine Art „Mergelkrankheit“, wenn ich so sagen darf, nachzuweisen? Bei der ersten Ernte für den Buntsandsteinsand sind derartige Beobachtungen bereits zum Teil vorhanden. Fasse ich die Reihen: „ohne Kali“, sowie die mit den kaum wirksamen 10 *g* und 20 *g* Elektrokali zusammen, so erhalte ich für die Pflanze *Sommerweizen:*

Mit Kalk	10,7 ± 0,3 *g* Trockenmasse und	0,185 ± 0,004 *g* Kali als Ernte
Ohne Kalk	13,2 ± 0,4 „ „ „	0,301 ± 0,006 „ „ „ „
Durch Kalk weniger:	2,5 ± 0,5 *g* Trockenmasse und	0,116 ± 0,007 *g* Kali.

Beide Ertragsverminderungen liegen über die 4fache wahrscheinliche Schwankung hinaus, sind demnach einwandfrei nachgewiesen. Es handelt sich um eine zwar nicht besonders grosse, aber immerhin merkbare Ertragsverminderung, die mit deutlicher Minderaufnahme von Kali zusammengeht. Die Buntsandsteinreihen zeigen sonst die Erscheinung der ungünstigen Kalkwirkung nicht wieder so deutlich wie bei der ersten Ernte, weil noch allerlei andere Einflüsse in Betracht kommen, die verdeckend wirken, und auf die ich zum Teil später noch eingehen werde.

Dagegen ist für den ganzen Versuch mit Göttinger Untergrundlehm die starke Schädigung durch den Kalk ständig zu beobachten. Man vergleiche zum Beweise hierfür die erste Ernte, das Ernteergebnis des ersten Jahres, die erste Ernte des 2. Jahres und die Gesamternte.

Erste Ernte des ersten Jahres: *Sommerweizen.*
Mittel der Reihen „ohne Kali" und „mit Elektrokali":

Mit Kalk.	14,8 ± 0,2 *g* Trockenmasse und	0,304 ± 0,004 *g* Kali
Ohne Kalk	24,9 ± 1,0 „ „	„ 0,684 ± 0,023 „ „
Durch Kalk weniger:	10,1 ± 1,0 *g* Trockenmasse und	0,380 ± 0,023 *g* Kali

Also auch hier hat der Kalk beim Sommerweizen deutlich eine ganz erhebliche Ernteverminderung herbeigeführt, mit der wieder, wie oben, eine starke Kaliminderaufnahme zusammengeht.

Gesamternte des ersten Jahres: *Sommerweizen* und *Buchweizen.*
Mittel der Reihen „ohne Kali" und „mit Elektrokali":

Mit Kalk.	32,9 ± 1,0 *g* Trockenmasse und	0,724 ± 0,013 *g* Kali
Ohne Kalk	67,0 ± 2,5 „ „	„ 1,554 ± 0,036 „ „
Durch Kalk weniger:	34,1 ± 2,7 *g* Trockenmasse und	0,830 ± 0,038 *g* Kali

Die Ernte ist durch Kalk um die Hälfte vermindert worden, die Kaliaufnahme noch erheblicher, und die verhältnismässig geringen wahrscheinlichen Schwankungen tun dar, dass es sich um zweifellose Werte handelt. Ich werde ein ähnliches Bild auch weiterhin bei den Versuchen mit Göttinger Untergrundlehm feststellen können.

1. Ernte des 2. Versuchsjahres: *Sommerweizen.*
Mittel der Reihen „ohne Kali" und „mit Elektrokali":

Mit Kalk.	12,7 ± 0,4 *g* Trockenmasse und	0,132 ± 0,010 *g* Kali
Ohne Kalk	35,7 ± 0,3 „ „	„ 0,271 ± 0,014 „ „
Durch Kalk weniger:	23,0 ± 0,5 *g* Trockenmasse und	0,139 ± 0,017 *g* Kali

Die Ernteverringerung durch Kalk ist hier besonders auffällig, sie umfasst die Hälfte der sonst aufgenommenen Kalimenge, aber nahezu das Doppelte der sonst erzeugten Trockenmasse. — Auch die Gesamternte *Sommerweizen* und *Buchweizen* bietet ein deutliches Bild der Schädigung durch Kalk.

Mittel der Reihen „ohne Kali" und „mit Elektrokali":

Mit Kalk.	47,0 ± 1,4 *g* Trockenmasse und	0,871 ± 0,017 *g* Kali
Ohne Kalk	112,9 ± 2,0 „ „	„ 1,965 ± 0,024 „ „
Durch Kalk weniger:	65,0 ± 2,4 *g* Trockenmasse und	1.094 ± 0,029 *g* Kali

Hier sieht man sogar nahezu $^2/_3$ der Trockenmassenernte durch die Kalkgabe in Verlust geraten, während auch der Minderertrag an Kali ein recht erheblicher ist.

An der Tatsache einer starken Schädigung durch die Ätzkalkgabe, die sich besonders bei dem schweren Boden geltend macht, aber auch beim Sande auftritt, ist hiernach nicht zu zweifeln.

Man könnte nun aber irgend eine direkte Schädigung der Pflanzen durch den gebrannten Kalk für die beobachteten Nachteile haftbar machen,

wie z. B. noch vor kurzer Zeit von Rothert[1]) die Ansicht ausgesprochen wurde, dass eine für die Pflanze selbst giftige Wirkung des Ätzkalkes in Betracht kommen könne.

Wenn ich indessen meine Versuchsreihen genauer betrachte, so drängt sich mir eine weitere, auffällige Erscheinung auf. Ich will zunächst die Zahlen selbst sprechen lassen.

Bei den Reihen mit Buntsandsteinsand bedingte, falls die Kaliversorgung mit einem Gramm Kali in Form von Kalisulfat für die erste *Sommerweizenernte* eine *günstige* war,

	Trockenmasse	Kali	Kali v. H.
Fehlen der Kalkgabe eine Ernte von	22,5 ± 0,3 *g*	0,943 ± 0,016 *g*	3,91
Verabfolgung der Kalkgabe eine Ernte von .	22,4 ± 0,5 „	0,780 ± 0,020 „	3,23
Weniger durch Kalk:	0,1 ± 0,6 *g*	0,163 ± 0,026 *g*	0,68

Bei den Reihen mit Buntsandsteinsand bedingte, falls die Kaliversorgung mit einem Gramm Kali in Form von 10 *g* Elektrokali für die erste *Sommerweizen*ernte eine *ungünstige* war,

	Trockenmasse	Kali	Kali v. H.
Fehlen der Kalkgabe eine Ernte von	14,2 ± 0,1 *g*	0,335 ± 0,005 *g*	2,21
Verabfolgung der Kalkgabe eine Ernte von .	10,7 ± 0,3 „	0,193 ± 0,002 „	1,67
Weniger durch Kalk:	3,5 ± 0,3 *g*	0,142 ± 0,005 *g*	0,54

Weiter:

Bei den Reihen mit Untergrundlehm bedingte, falls die Kaliversorgung mit 1 *g* Kali in Form von Kalisulfat eine *günstige* war, für die zweite *Sommerweizen*ernte:

	Trockenmasse	Kali	Kali v. H.
Fehlen der Kalkgabe eine Ernte von	52,5 ± 1,0 *g*	0,997 ± 0,069 *g*	3,75
Verabfolgung der Kalkgabe eine Ernte von .	38,9 ± 0,6 „	0,754 ± 0,002 „	3,46
Weniger durch Kalk:	13,6 ± 1,2 *g*	0,243 ± 0,069 *g*	0,29

Bei den Reihen mit Untergrundlehm bedingte, falls die Kaliversorgung mit dem noch im Boden vorhandenen Kali allein eine *ungünstige* war, für die zweite *Sommerweizen*ernte:

	Trockenmasse	Kali	Kali v. H.
Fehlen der Kalkgabe eine Ernte von	38,9 ± 0,4 *g*	0,317 ± 0,029 *g*	2,44
Verabfolgung der Kalkgabe eine Ernte von .	11,6 ± 0,5 „	0,136 ± 0,006 „	1,96
Weniger durch Kalk:	27,3 ± 0,6 *g*	0,181 ± 0,030 *g*	0,48

In diesen beiden, allerdings besonders ausgesuchten Fällen ergibt es sich mit schlagender Deutlichkeit, dass *die ungünstige Wirkung des Kalkes durch reichliche Kaliversorgung gänzlich oder wenigstens in erheblichem Umfange beseitigt wird, soweit die Ernte an Trockenmasse in Frage steht.* Die Minderaufnahme an Kali findet sich auch bei starker Versorgung und scheint in jedem Falle an die Wirkung des Ätzkalkes gebunden zu sein.

Es wäre aber irrtümlich, wenn man glauben wollte, hier nur vor einem gelegentlich in gewissen Fällen auftretenden Vorgange zu stehen. Der Leser wird sehen, dass die Erscheinung sich stets einfindet, wo nach

[1]) Journal für Landwirtschaft 63, 227 (1915).

Lage der Dinge nicht andere, dazutretende oder sich darüber lagernde Einflüsse verdunkelnd wirken müssen.

Zum Beweise führe ich die Zahlen meiner Versuche in zwei Gruppen geschieden an. Einmal seien die Versuchsreihen zusammengefasst, bei denen die Pflanzen schwach mit Kali versorgt waren, d. h. die Reihen „ohne Kali“, sowie „mit 10“ und „mit 20 *g* Elektrokali“; im anderen Falle die Reihen, welche durch ein Gramm Kali als Kalisulfat oder als 30 %iges Kalisalz verhältnismässig reichliche Kaligaben erhielten.

Es ergab sich zunächst für Sandboden und die erste Ernte desselben; Pflanzen *Sommerweizen:*

Mit Kali schwach versorgter Boden ergab im Durchschnitt von 3 Reihen	Trockenmasse	Kali	Kali v. H.
Ohne Kalkgabe	13,2 ± 0,4 *g*	0,301 ± 0,006 *g*	2,24
Mit Kalkgabe	10,7 ± 0,3 „	0,185 ± 0,004 „	1,62
Durch Kalk weniger:	2,5 ± 0,5 *g*	0,116 ± 0,007 *g*	0,62
Mit Kali gut versorgter Boden ergab im Durchschnitt von 2 Reihen			
Ohne Kalkgabe	22,6 ± 0,9 *g*	0,911 ± 0,027 *g*	3,81
Mit Kalkgabe	20,7 ± 0,3 „	0,729 ± 0,012 „	3,33
Durch Kalk weniger:	1,9 ± 1,0 *g*	0,182 ± 0,030 *g*	0,48

Während bei schwacher Kaliversorgung sonach durch Kalk ein Minderertrag an Trockenmasse hervorgerufen wurde, der den vierfachen, wahrscheinlichen Fehler überschreitet und etwa $^1/_5$ der Ernte ausmacht, ist die Wirkung des Kalkes bei guter Kaliversorgung so gering, dass sie zunächst nur $^1/_{12}$ der Ernte darstellt, und auch nur gerade innerhalb des doppelten wahrscheinlichen Fehlers liegt, somit durchaus unsicher erscheint. Die oben vorgeführten Beobachtungen werden hier also im wesentlichen bestätigt.

Weiter stelle ich für Lehmboden und die erste Ernte desselben, Pflanzen *Sommerweizen*, fest:

Mit Kali schwach versorgter Boden ergab im Durchschnitt von 3 Reihen	Trockenmasse	Kali	Kali v. H.
Ohne Kalkgabe	24,9 ± 1,0 *g*	0,684 ± 0,023 *g*	2,53
Mit Kalkgabe	14,8 ± 0,2 „	0,304 ± 0,004 „	1,93
Durch Kalk weniger:	10,1 ± 1,0 *g*	0,380 ± 0,023 *g*	0,60
Mit Kali gut versorgter Boden ergab im Durchschnitt von 2 Reihen			
Ohne Kalkgabe	27,9 ± 0,6 *g*	1,179 ± 0,028 *g*	3,89
Mit Kalkgabe	21,6 ± 0,5 „	0,765 ± 0,013 „	3,34
Durch Kalk weniger:	6,3 ± 0,8 *g*	0,414 ± 0,031 *g*	0,62

Die Ernteverminderung durch Kalk ist bei guter Kaliversorgung um fast die Hälfte herabgesetzt. Die Werte sind sämtlich durch ihre Lage ausserhalb der vierfachen wahrscheinlichen Schwankung als einwandfrei zu erkennen.

Für Lehmboden und dessen zweite *Sommerweizen*ernte, die erste im 2. Jahre, ist die Erscheinung vielleicht noch deutlicher:

Mit Kali schwach versorgter Boden ergab im Durchschnitt von 3 Reihen	Trockenmasse	Kali	Kali v. H.
Ohne Kalkgabe[1]	35,7 ± 0.3 *g*	0,271 ± 0,014 *g*	0,66
Mit Kalkgabe	12,7 ± 0,4 „	0.132 ± 0,010 „	0.93
Durch Kalk weniger:	23,0 ± 0,5 *g*	0,139 ± 0,017 *g*	+ 0,27
Mit Kali gut versorgter Boden ergab im Durchschnitt von 2 Reihen			
Ohne Kalkgabe	48,3 ± 1,5 *g*	0,934 ± 0,041 *g*	1,71
Mit Kalkgabe	33,9 ± 0.6 „	0,785 ± 0,037 „	2,10
Durch Kalk weniger:	14,4 ± 1,6 *g*	0,149 ± 0,055 *g*	+ 0,39

Gegen die von mir zuletzt vorgeführten Zahlenwerte bliebe nur noch ein Einwand: Die den einzelnen Zahlen anhaftenden wahrscheinlichen Schwankungen sind doch noch so erheblich, dass wir bei dem Vergleich der beiden jeweils durch die Kalkgabe erzielten Mindererträge miteinander nicht mehr über durchaus zweifellose Ergebnisse verfügen. So ist zum Beispiel:

Bei Sandboden erster Ernte, *Sommerweizen:*

Durch Kalk bei schwacher Kaligabe der Minderertrag	2,5 ± 0,5 *g* Trockenmasse
desgl. bei starker Kaligabe	1,9 ± 1.0 „ „
Weniger bei starker Kaligabe also:	0,6 ± 1,1 *g* Trockenmasse

Bei Lehmboden erster Ernte, *Sommerweizen:*

Durch Kalk bei schwacher Kaligabe der Minderertrag	10,1 ± 1,0 *g* Trockenmasse
desgl. bei starker Kaligabe	6.3 ± 0.8 „ „
Weniger bei starker Kaligabe also:	3,8 ± 1,3 *g* Trockenmasse

Bei Lehmboden erster Ernte des zweiten Jahres, *Sommerweizen:*

Durch Kalk bei schwacher Kaligabe der Minderertrag	23,0 ± 0,5 *g* Trockenmasse
desgl. bei starker Kaligabe	14,4 ± 1.6 „ „
Weniger bei starker Kaligabe also:	8,6 ± 1,7 *g* Trockenmasse

Das heisst, nur der Wert für die erste Ernte des zweiten Jahres auf Lehmboden ist unzweifelhaft nachgewiesen; für die erste Ernte des ersten Jahres auf Lehmboden immerhin noch ziemlich wahrscheinlich, da bei der dreifachen wahrscheinlichen Schwankung belegen; dagegen für die erste Ernte auf Sandboden gänzlich unsicher.

Fasse ich indessen diese drei Werte zu einem zusammen, und berechne dann die diesem anhaftende, wahrscheinliche Schwankung, so wird ein gesichertes Urteil über die im allgemeinen anzunehmenden Verhältnisse zu erhalten sein. Es ergibt sich derart:

---

[1]) Unter Fortlassung der Ernte des Gefässes 769 ist der zweifellos richtigere Wert für die Reihe mit 20 *g* Elektrokali berechnet. Sonst würden die Werte sein:

Trockenmasse	Kali	Kali v. H.
33,1 ± 1,8 *g*	0,250 ± 0,018 *g*	0,67
12,7 ± 0,4 „	0.132 ± 0.010 „	0.93
20,4 ± 1,9 *g*	0,118 ± 0,021 *g*	+ 0,26

Bei starker Kaligabe ist im Mittel unserer Versuche eine Herabminderung des durch Kalkung veranlassten Fehlertrages um 4,3 ± 0,8 *g* Trockenmasse zu erwarten. Da dieser Wert sogar noch über die fünffache wahrscheinliche Schwankung hinausliegt, ist er als durchaus gesichert anzusehen.

Wir können somit die Herabminderung der durch Kalk verursachten Ernteschädigungen als tatsächlich vorhanden annehmen und in der gesteigerten Kaligabe die Ursache dafür erkennen.

Um indes ganz sicher zu gehen, seien noch kurz die Gründe besprochen, welche bei den mit Buntsandsteinsand durchgeführten Reihen mit Ausnahme der ersten Ernte diese günstige Wirkung der Kaligaben hervorzutreten hindern.

Betrachten wir zunächst die zweite Ernte des ersten Jahres; Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse	Kali	Kali v. H.
Die schwach mit Kali versorgten Reihen ergeben an Ernte			
Ohne Kalkgabe	9,4 ± 0,2 *g*	0,127 ± 0,003 *g*	1,22
Mit Kalkgabe	8.9 ± 0.8 „	0.174 ± 0 006 „	1.86
Durch Kalk:	— 0,5 ± 0,8 *g*	+ 0,047 ± 0,007 *g*	+ 0,64
Die stark mit Kali versorgten Reihen ergeben an Ernte			
Ohne Kalkgabe	14,6 ± 0,4 *g*	0,266 ± 0,007 *g*	1,68
Mit Kalkgabe	4.6 ± 1.1 „	0,124 ± 0,018 „	2.80
Durch Kalk:	— 10,0 ± 1,2 *g*	— 0,142 ± 0,019 *g*	+ 0,72

Bei den schwach mit Kali versorgten Reihen müsste sich eigentlich eine günstigere Wirkung der Unterlassung einer Kalkdüngung zeigen. Indessen ist hier durch die erste Ernte der Boden bereits an Kali derart verarmt, dass er, wie die Kaliernten zeigen, nur die geringe Menge von 0,127 *g* Kali aufzubringen vermag. Der gekalkte Boden dagegen, der bei der ersten Ernte nur rund 0,185 *g* Kali gegen 0,301 *g* beim ungekalkten lieferte, hat nun bei der zweiten Ernte infolge des Minderverbrauchs bei der ersten Ernte etwas mehr von diesem Pflanzennährstoff zuzuschiessen gehabt; wie die oben dargestellte Berechnung zeigt, 0,047 *g* mehr. Dies geht auch aus den Gehaltszahlen an Kali vom Hundert hervor.

So hat hier in Wirklichkeit der nichtgekalkte Boden ausserordentlich wenig Kali zur Verfügung gehabt, der gekalkte aber nicht ganz unerheblich mehr. Die Folge ist, dass beim ungekalkten Boden die günstige Wirkung des Unterbleibens der Kalkdüngung, beim gekalkten Boden aber die Schädlichkeit der Kalkung verdeckt wurden, so dass sich die Ergebnisse mehr aneinander annäherten. Sobald aber diese Verschleierungen nicht vorhanden sind, z. B. bei den stark mit Kali versorgten Reihen, ergibt sich wieder der Nachteil der Kalkung ganz deutlich. Derselbe ist hier um so auffallender, als von der guten Kaliversorgung mit 1 *g* Kali infolge der Aufnahme durch die erste Ernte nicht mehr viel übrig ist, so dass die Kalkung ihre volle Schädigung erweisen kann. Obwohl dabei die gekalkte

Reihe immer noch eine grössere Kalimenge unausgenutzt im Boden der Gefässe haben muss, denn die erste Ernte

mit Kalkgabe liess 0,271 *g* Kali ungenutzt im Gefäss zurück,
dagegen ohne Kalkgabe nur 0,089 *g* Kali,

und eine gewisse Kalimenge ja auch noch vom Sande der Gefässe zugeschossen worden sein wird, hat hier doch die Kalkung es dahin gebracht, dass Trockenmassenernte, wie Kaliaufnahme bei den ungekalkten Reihen sich erheblich günstiger stellten. Die Erscheinung, dass dabei der Kaligehalt vom Hundert hier wie in anderen Fällen mit der Kalkdüngung steigt, wird weiter unten[1]) eingehend behandelt werden. Schon hier sei aber gesagt, dass darin kein Grund gegen meine Ansichten zu erblicken ist.

Bei dieser Betrachtung passen sich die Zahlen auch der zweiten Ernte des ersten Jahres auf den Buntsandsteingefässen durchaus meinen bisher geäusserten Anschauungen an.

Die dritte und vierte Ernte des ersten Jahres sind auf dem Buntsandsteinsand naturgemäss zu stark durch Kalimangel und dergleichen beeinflusst, als dass die überhaupt sehr geringen Erntemengen beachtenswerte Ergebnisse in der hier in Frage kommenden Richtung zeitigen könnten.[2])

Die erste Ernte des zweiten Jahres auf dem Buntsandsteinsand wird dagegen, wenn ich sie ausreichend durchgesprochen und erklärt habe, sich wieder gut den von mir vertretenen Ansichten anschliessen.

Zunächst beobachte man wieder die diesbezüglichen Zahlenwerte; Pflanze *Sommerweizen:*

Die schwach mit Kali versorgten Reihen geben an Ernte:

	Trockenmasse *g*	Kali *g*	Kali v. H.
Ohne Kalkgabe	10,7 ± 0,4	0,087 ± 0,005	0,71
Mit Kalkgabe	11,7 ± 0,9	0,119 ± 0,010	0,92
Durch Kalk:	+ 1,0 ± 1,0	+ 0,032 ± 0,011	+ 0,21

Die stark mit Kali versorgten Reihen geben an Ernte:

	Trockenmasse *g*	Kali *g*	Kali v. H.
Ohne Kalkgabe	37,0 ± 0,2	0,603 ± 0,024	1,45
Mit Kalkgabe	24,0 ± 0,8	0,479 ± 0,031	1,72
Durch Kalk:	− 13,0 ± 0,8	− 0,124 ± 0,039	+ 0,27

Auch hier finden wir, wie bereits bei der zweiten Ernte des ersten Jahres vom Buntsandsteinsand, dass in den schwach mit Kali versorgten Reihen die uns schon bekannte ungünstige Wirkung des Kalkes nicht hervortritt. Bei den stark mit Kali versorgten Gefässen dagegen beobachtet man wieder ein merkbares Zurückbleiben der Ernte durch die Kalkgabe, das auch der wahrscheinlichen Schwankung nach als sicher zu bezeichnen ist. Ebenso wie bei der zweiten Ernte des ersten Jahres muss ich für die

[1]) S. 33 u. f.
[2]) Man vergleiche hinten die Tabelle I in ihren entsprechenden Abschnitten.

schwach mit Kali versorgten Reihen ohne Kalkgabe auf den recht geringen Kaligehalt aufmerksam machen. Sie weisen rund $^1/_4$ Kali weniger auf, als die entsprechenden gekalkten Reihen, und zeigen durch ihre sehr niedrigen Kaligehalte vom Hundert, zumeist nur zwischen 0,54 bis 0,82, dass ein recht erheblicher Kalimangel für diese Reihen bestand. Daher konnte die Ernte nicht höher steigen, obwohl ungünstige Einflüsse einer Kalkgabe fehlten. In den mit Kalk versehenen Reihen schwacher Kaliversorgung muss aber die Kalkgabe noch unmittelbar Kali aufschliessend gewirkt haben. Das ergibt sich aus dem oben angegebenen Mehrertrag derselben an Kali, ferner aber auch aus den Gehalten fürs Hundert, die im wesentlichen um 1,00 herum liegen. Endlich zeigt im Jahr 1914 und 1915 zusammen z. B. die

Reihe „ohne Kali" gekalkt . . . . 0,548 *g* Kali fürs Gefäss im Mittel,
dieselbe ungekalkt . . . . 0,412 „ „ , so dass
durch die Kalkgabe mehr: 0,136 *g* Kali geerntet wurde.

Durch diese Kaliaufschliessung wurde die sonstige, ungünstige, mit einer Herabminderung der Kaliaufnahme zusammengehende Kalkwirkung überlagert und bei dem Kalimangel der Vergleichsreihen verhindert, in Erscheinung zu treten. Es könnte endlich auch sein, dass nach einem Jahre und 4 Ernten der Ätzkalk in den Buntsandsteinsandgefässen völlig in kohlensauren Kalk übergegangen wäre, und als solcher übt er offenbar seine ungünstige Wirkung weniger deutlich aus, wie noch zu besprechen sein wird, falls nicht durch besondere lösende Wirkungen, reichliche Kohlensäuremengen, die Lösung fördernde Salze u. dgl. die Löslichkeit namhaft erhöht wird. Vermutlich haben bei den auf voriger Seite näher angegebenen Ernten auf Buntsandsteinsand, zweites Jahr, Sommerweizen, diese Umstände eine Rolle gespielt, indem der in Karbonat übergegangene Kalk ohne Kalidüngung nur noch wenig wirkte, mit Kalidüngung dagegen durch diese Salze an Löslichkeit und demgemäss an Wirkung zunahm. Auf Grund an anderem Orte von mir durchgeführter Überlegungen ist wohl überhaupt nicht anzunehmen, dass gebrannter bzw. Ätzkalk besonders lange als solcher im Boden verharrt.[1]) Nach damals noch nicht bekannten, neuesten Ermittelungen [2]) von G. HAGER dürfte allerdings in adsorptionsstarken Böden unter Umständen ein anderer Sachverhalt vorliegen, indem Ätzkalk adsorptiv vom Boden aufgenommen wird, was auch nach Berücksichtigung weiterer Tatsachen [3]) durchaus wahrscheinlich sein muss. Während somit unser Buntsandsteinboden bei Be-

[1]) P. EHRENBERG, Die Bodenkolloide, 2. Aufl., 577 (1918); abgeschlossen bereits März 1917.

[2]) G. HAGER, Journal für Landwirtschaft 65, 245 (1917).

[3]) G. HAGER hat für seine Versuche sehr an Kalk verarmte, schwach sauer reagierende schwere Böden verwendet (a. a. O. 52); man vgl. dazu die Ausführungen bei P. EHRENBERG, Die Bodenkolloide, 2. Aufl., S. 311 u. f. (1918). Eine eingehende Würdigung der sich hieraus ergebenden Schlussfolgerungen wird sich möglichst bald anschliessen, wenn die verfügbare Zeit mir die Behandlung der Frage gestattet.

ginn des Wachstums im zweiten Jahr voraussichtlich nur noch kohlensauren Kalk enthalten haben wird, mag der schwere Untergrundlehmboden wohl noch Ätzkalk adsorptiv gebunden zur Verfügung gehabt und an die Bodenlösung abgegeben haben, zumal er den von Hager für seine Versuche verwendeten Erdböden in mancher Hinsicht nicht gar zu unähnlich gewesen sein dürfte. — Dass jedenfalls die Verhältnisse durch den weitgehenden Kalimangel der schwach mit Kali versorgten Reihen ohne Kalkgabe verdunkelt werden, und, wenn dieser nicht so scharf hervortritt, sich den von mir mehrfach nachgewiesenen Erscheinungen gar nicht so wenig anpassen, sieht man sofort, wenn man die einzige der schwach mit Kali versorgten Reihen, welche nicht unter so weitgehendem Kalimangel leidet, allein zum Vergleich heranzieht. Ich finde dann für den benutzten *Sommerweizen* auf Buntsandsteinboden:

Die schwach mit Kali versorgte Reihe, die 1914 je 20 *g* Elektrokali erhielt, ergab 1915:

	Trockenmasse *g*	Kali *g*	Kali v. H.
Ohne Kalkgabe	19,1 ± 0,8	0,163 ± 0,015	0,77
Mit Kalkgabe	11,5 ± 0,2	0,114 ± 0,017	0,91
Durch Kalk weniger:	7,6 ± 0,8	0,049 ± 0,023	+ 0,14

Die stark mit Kali versorgten Reihen ergaben 1915:

	Trockenmasse *g*	Kali *g*	Kali v. H.
Ohne Kalkgabe	37,0 ± 0,2	0,603 ± 0,024	1,45
Mit Kalkgabe	24,0 ± 0.8	0,479 ± 0,031	1,72
Durch Kalk weniger:	13,0 ± 0,8	0,124 ± 0,039	+ 0,27

Obwohl also der Kalimangel in der schwach mit Kali versorgten 20 *g*-Elektrokali-Reihe „ohne Kalk" auf Buntsandstein im Jahre 1915 noch ein sehr erheblicher ist, wie die Gehalte am Kali vom Hundert aufweisen, die sich zwischen 0,51—0,97 bewegen, so tritt doch hier bereits nicht nur wieder die durch Kalk bedingte Schädigung hervor, die weit über die 4 fache wahrscheinliche Schwankung hinausliegt, sondern es zeigt sich auch schon, wenn auch nicht so deutlich wie sonst, eine vorteilhafte Wirkung der erhöhten Kaligabe auf die Kalkschädigung. Denn

bei den schwach mit Kali versorgten Gefässen stellt sich die Kalkschädigung auf 40 vom Hundert,

bei den stark mit Kali versorgten Gefässen stellt sich die Kalkschädigung nur noch auf 35 vom Hundert.

Dabei wirken hier die oben hervorgehobenen, sonstigen Umstände, einmal Aufschliessung durch Kalk, dann Umwandlung des Kalkes im Laufe der sommerlichen Wachstumszeit und der winterlichen Ruhe des Jahres 1914/15 in den mit adsorptionsschwachem Buntsandsteinsand beschickten Gefässen, gewiss immer noch ihrerseits die Verhältnisse verdunkelnd.

Damit wäre mein selbstgewonnenes Versuchsmaterial der Jahre 1914 und 1915 besprochen.

Ich fand als im wesentlichen durch sämtliche Versuchsergebnisse bestätigt, dass gebrannter Kalk eine mit Zurückdrängung der Kaliaufnahme Hand in Hand gehende Schädigung der Ernte an Trockenmasse mit sich brachte, dass indessen je nach den Umständen diese Benachteiligung vermindert bis aufgehoben werden konnte, wenn gleichzeitig für reichliche Kaliversorgung Vorkehrungen getroffen waren.

Dass ein zwar geplanter, aber der Kriegsverhältnisse halber bisher leider unausgeführt gebliebener Versuch, der eigens zur Klärung der hier vorliegenden Verhältnisse durchgeführt werden sollte, noch wesentlich deutlichere und weniger getrübte Ergebnisse gezeitigt hätte, ist einleuchtend; immerhin dürfte auch so die Beweisführung eine ziemlich überzeugende sein. Es sind aber noch frühere Feststellungen, die in gleicher Richtung liegen, heranzuziehen; konnte doch bereits oben erwähnt werden, dass von mir mit O. NOLTE schon früher entsprechende Beobachtungen gemacht werden konnten, wie wir auch einige diesbezügliche Mitteilungen aus der Literatur verwerteten. Ich werde jetzt unser früher gewonnenes Versuchsmaterial [1]) noch einmal genauer auf die bisher zu beobachtende Erscheinung zu prüfen haben.

III. Die Endlaugenkalkversuche des Jahres 1913.

Kurze Angaben über den Versuchsplan, sonstige Bemerkungen und die Ernteergebnisse finden sich im Anhang. — Zwecks genauerer Unterrichtung vergleiche man die dort angegebene Arbeit selbst.

Was zunächst den Buntsandsteinsand anbelangt, der auch für diesen Versuch herangezogen worden war, so bietet er die nachfolgenden Ergebnisse:

Die Ernte erbrachte für *Buchweizen:*

	Trockenmasse g	Stickstoff g	Kali g	Phosphorsäure v. H.
Ohne Kali- und ohne Kalkdüngung . . .	15,3 ± 0,2	0,467 ± 0,013	0,519 ± 0,011	0,98
Mit 20 *g* Kalkasche. .	6.7 ± 0,3	0,273 ± 0,012	0,307 ± 0.019	1,19
Durch Kalk weniger:	8,6 ± 0,4	0,194 ± 0,018	0,212 ± 0,022	

Auch hier scheint zunächst die uns bekannte Erscheinung der Verringerung der Ernte an Trockenmasse vereint mit Zurückdrängung der Kaliaufnahme vorhanden zu sein; doch ergibt sich ein anderes Bild, wenn man die Kaligehalte der Trockenmasse vom Hundert betrachtet.

Es enthielt die Reihe

	Stickstoff v. H.	Kali v. H.
Ohne Kali- und Kalkdüngung	2,87	3,21
Mit 20 *g* Kalkasche	4,12	4,60

[1]) P. EHRENBERG und O. NOLTE, Journal für Landwirtschaft 62, 235 (1914). Diese Ausführungen scheinen kaum Beachtung gefunden zu haben, denn eine kurz nachher in derselben Zeitschrift erschienene Abhandlung, B. CREYDT, Journal für Landwirtschaft 63, 115 (1915), erwähnt sie nicht, obwohl sie sich ebenso wie CREYDTS Ausführungen mit der Wirkung von Kalk und Kali auf Pflanzen beschäftigt.

Hiernach ist hier trotz der Verringerung der Gesamtaufnahme an Kali durch Kalk nicht mit einer eigentlichen Zurückdrängung der Kaliaufnahme über das durch die Minderernte an Trockenmasse gegebene Mass hinaus zu rechnen. Denn der an sich hohe Kaligehalt vom Hundert ist nach Düngung mit Kalkasche sogar noch erhöht und würde zweifellos für eine höhere Trockenmassenernte ausgereicht haben; wahrscheinlich hat hier, neben anderen Umständen, die Kalkgabe auf dem Buntsandsteinsand zwar die Kaliaufnahme verringert, doch ist bei dem Zurückbleiben der Trockenmassenernte noch verhältnismässig sehr viel Kali für die Pflanzen der Reihe mit 20 *g* Kalkasche verfügbar gewesen. Ich werde sonach hier auch als eigentlichen Grund des Zurückbleibens der Trockenmassenernte eine andere Wirkung der Kalkgabe als bei den bisher hervorgehobenen Versuchsreihen annehmen müssen, obwohl auch diese vielleicht schwer erkenntlich vorhanden gewesen sein wird. Es mag am Ende eine unmittelbar schädigende Wirkung der basischen Reaktion auf den angebauten Buchweizen, die sich in dem adsorptionsschwachen Sand besonders geltend zu machen vermochte,[1]) die eigentliche Ursache des Zurückbleibens des Ertrages gewesen sein. Es ist wichtig, auch solche Fälle hervorzuheben, da ich durchaus nicht etwa die Ansicht zu vertreten beabsichtige, mit der von mir wohl zum erstenmal deutlich hervorgehobenen Wirkung grösserer Kalkgaben auf die Benachteiligung der Kaliaufnahme durch die Pflanzen nun alle Fälle einer zur Beobachtung gelangenden Kalkschädigung zu erklären, worüber später noch das Nötige gesagt sei.

In gleicher Weise wie die hier soeben besprochenen Reihen sind, wie die Zahlen des Kaligehalts vom Hundert zeigen, die 5 Reihen unseres damaligen Buntsandsteinversuchs ohne Grunddüngung für meine hier beabsichtigten Zwecke nicht verwendbar. Sie weisen sämtlich sehr hohe Kaligehalte vom Hundert der Pflanzentrockenmasse auf, haben sonach keineswegs unter irgend einer Form von Kalimangel gelitten. Auch die Reihen des mit Göttinger Untergrundlehm durchgeführten, ohne Grunddüngung verbliebenen damaligen Versuches scheiden grösstenteils für unsere Beweisführung aus, da hier, ebenso wie beim Sand, mehrfach die Ernten von einer durch Kalk bedingten, verstärkten Stickstoffaufschliessung aus dem Boden deutlich beeinflusst erscheinen, wie die Stickstoffgehalte vom Hundert zeigen, während die Kaligehalte vom Hundert sich sämtlich als sehr hoch darstellen, so dass hier im allgemeinen dasselbe gilt, wie vom entsprechenden Versuch mit Buntsandsteinboden. Andere Reihen der gleichen Versuche werden uns aber wieder die bekannten und oben besprochenen Erscheinungen deutlich vor Augen zu führen vermögen. Ich gebe in dieser Richtung zunächst die Wirkungen einer Kalkung bei schwerem Boden, der eine Grunddüngung erhielt, an.

---

[1]) vielleicht auch eine Beeinträchtigung der Eisenaufnahme; Buchweizen ist sonst säureempfindlich.

Buchweizen mit Grunddüngung:

	Trockenmasse *g*	Kali *g*	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
Ohne Kali- und Kalkdüngung	12,3 ± 0,28	0,303 ± 0,014	2,47	3,77	2,92
Mit 40 *g* Kalkasche. .	8,5 ± 0,40	0,194 ± 0,007	2,29	4,06	0,64
Weniger durch Kalk:	3,8 ± 0,50	0,109 ± 0,016	0,18	+ 0,29	2,28

Auch hier tritt die bekannte Wirkung des Kalkes auf die Erniedrigung der Ernte an Trockenmasse unter Zurückdrängung der absoluten wie relativen Kaliernte hervor. Der Gehalt an Stickstoff vom Hundert erscheint dagegen nicht vermindert, sogar vermehrt. Diese Stickstoffernährung spielt eben für diese Erscheinungen keine Rolle, ebensowenig die Phosphorsäure, obwohl hier die ausserordentliche Verminderung des Gehalts an diesem Pflanzennährstoff auffällig erscheint. Es darf aber nicht vergessen werden, dass die Phosphorsäurezahlen der hier benutzten Versuche nur beiläufig ermittelt wurden, aus den Resten je dreier Versuchsproben ohne Vergleichsbestimmungen, vielfach wegen geringer Mengen an Untersuchungsmassen an nur sehr kleinen Gewichten, einige Male auch gar nicht. Man wird daher, wie gleich noch näher zu zeigen sein wird, keinen Wert auf die Phosphorsäurezahlen legen, zumal eine äusserst starke Phosphorsäuredüngung gegeben war, etwa 9 *g* P_2O_5 fürs Gefäss.

Ich prüfe wieder die Wirkung einer Erhöhung der Kalidüngung auf die als Folge einer Kalkung auftretenden Kali- und Trockenmassenminderernte.

Buchweizen mit Grunddüngung:

	Trockenmasse *g*	Kali *g*	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
40 *g* Kalkasche und Zusatz von 1 *g* Kali zur Hälfte als Chlorkalium, zur Hälfte als Kalisulfat	13,1 ± 0,88	0,523 ± 0,044	3,98	3,98	3,54
Nur 40 *g* Kalkasche .	8,5 ± 0,40	0,194 ± 0,007	2,29	4,06	0,64
Mehr durch 1 *g* Kali:	4,6 ± 1,00	0,329 ± 0,044	1,69	— 0,08	2,90

Zunächst zeigt sich hier, dass bezüglich der Phosphorsäure meine soeben ausgeführte Ansicht das Richtige trifft, dass also der anscheinenden scharfen Verminderung des Gehalts an Phosphorsäure vom Hundert bei der soeben gegebenen Zahlenzusammenstellung keine Bedeutung beizumessen ist. Denn die Erhöhung der Kaligabe gibt jetzt wieder eine scheinbar ausserordentliche Erhöhung des Gehalts an Phosphorsäure vom Hundert. In Wirklichkeit ist auf die Phosphorsäurezahl 0,64 % bei der Reihe mit 40 *g* Kalkasche kein Wert zu legen. Sonst gibt auch die zuletzt vorgeführte Reihe das alte Bild, dass Kalidüngung mit ausreichenden Mengen die Kalkschädigung zu beseitigen vermag, während sie zugleich dabei den Gehalt an Kali vom Hundert vermehrt. Der Stickstoffgehalt bleibt wieder unbeeinflusst, wie dies nahe liegt.

Während man hier nur die erste Ernte der entsprechenden Reihen des schweren Lehmbodens vor sich sah, zeigt auch die zweite Ernte das gleiche Bild. Ich stelle zusammen:

Buchweizen mit Grunddüngung:

	Trockenmasse g	Kali g	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
Ohne Kali- und Kalkdüngung	12,2 ± 0,22	0,194 ± 0,016	1,60	2,93	5,78
Mit 40 *g* Kalkasche. .	3.5 ± 0,15	0.051 ± 0.003	1,51	4,35	?
Weniger durch Kalk:	8,7 ± 0,27	0,143 ± 0,016	0,09	+ 1,42	?

	Trockenmasse g	Kali g	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
Mit 40 *g* Kalkasche und Zusatz von 1 *g* Kali, zur Hälfte als Chlorkalium, zur Hälfte als Kalisulfat	15,2 ± 0,44	0,457 ± 0,020	3,02	2,87	4,80
Mit 40 *g* Kalkasche. .	3.5 ± 0,15	0,051 ± 0,003	1,51	4.35	?
Mehr durch 1 *g* Kali:	11,7 ± 0,45	0,406 ± 0,020	1,51	— 1,48	?

Auch hier die starke Schädigung durch Kalk und ihre Beseitigung durch eine entsprechende Kaligabe! —

In ähnlicher Weise zeigt sich diese Wirkung bei der folgenden Zusammenstellung der ersten Ernte auf mit Grunddüngung versehenem Buntsandsteinsand:

Buchweizen mit Grunddüngung:

	Trockenmasse g	Kali g	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
Ohne Kali- und Kalkdüngung	15,7 ± 0,61	0,248 ± 0,005	1,58	4,43	4,35
Mit 20 *g* Kalkasche. .	10.0 ± 0,54	0,198 ± 0.012	1.97	4,36	3.68
Weniger durch Kalk:	5,7 ± 0,82	0,050 ± 0,013	+ 0,39	0,07	0,67
Mit 20 *g* Kalkasche und 1 *g* Kali, zur Hälfte als Chlorkalium, zur Hälfte als Kalisulfat	15,6 ± 0,77	0,487 ± 0,005	3,15	4,06	2,70
Mit 20 *g* Kalkasche. .	10,0 ± 0,54	0,198 ± 0.012	1,97	4,36	3.68
Mehr durch $^1/_2$ *g* Kali:	5,6 ± 0,94	0,289 ± 0,013	1,18	— 0,30	— 0,98

Im wesentlichen wieder das gleiche Bild: Die geringe Abweichung im Kaligehalt vom Hundert bei „20 *g* Kalkasche“ gegenüber „ohne Kali und Kalk“ wird noch später mit ähnlichen Vorkommnissen gemeinsam behandelt werden. Bereits hier sei gesagt, dass sehr wahrscheinlich die ungünstige Wirkung der Kalkgabe nur bei dem durch reichliche Kalidüngung bedingten, erheblichen Mehrgehalt an Kali vom Hundert zu verschwinden vermag, während eine geringe Erhöhung desselben, etwa durch kaliaufschliessende Wirkung des Kalkes, ohne durchschlagenden Erfolg bleibt, obwohl auch sie in begrenztem Umfange nützlich sein mag. Sonst ist wohl nur noch zu bemerken, dass den Phosphorsäurewerten aus den bereits hervorgehobenen Gründen auch hier keine wesentliche Beachtung zu schenken ist.

Man findet weiter die uns nun schon völlig vertraute Erscheinung auch bei anderen Kalkgaben.

Hierbei tritt die für die Beurteilung der Verhältnisse sehr wichtige Tatsache hervor, dass sich die Schädigung der Ernte und ebenso die günstige Wirkung einer stärkeren Kaligabe nicht nur, wie in den bislang vorgeführten Fällen, zeigt, wenn mit gebranntem Kalk gedüngt wurde, sondern auch bei einer Düngung mit anderen, nicht basisch wirkenden Kalksalzen, wie primärem und sekundärem Kalziumphosphat und Kalziumnitrat. Zwar liegt hierfür, wie ich mit O. Nolte zusammen bereits früher ausführen konnte, kein in jeder Hinsicht abschliessender Beweis vor,[1]) doch passt sich die Erscheinung derart an die bereits vorgeführten Verhältnisse an, dass ein Zweifel wohl kaum bestehen kann. Ich habe am soeben angeführten Ort bereits diesen Werten einige Auseinandersetzungen gewidmet, möchte aber hier doch erneut auf die Zahlen[2]) eingehen, einmal, damit sie im Zusammenhang mit den bislang besprochenen Werten zur Würdigung gelangen, dann aber auch, weil mancherlei weitergehende Ausführungen zu geben sein dürften. — Es sind an Zahlenwerten anzuführen:

Buntsandsteinsand erste Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse *g*	Kali *g*	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
Keine Kali- und Kalkdüngung, ohne Grunddüngung[3])	15,3 ± 0,18	0,519 ± 0,011	3,21	2,87	0,98
Keine Kali- und Kalkdüngung, mit Grunddüngung[3])	15,7 ± 0,61	0,248 ± 0,005	1,58	4,43	4.35
Weniger durch die kalkreiche Grunddüngung:	+ 0,4 ± 0,63	0,261 ± 0,012	1,63	+ 1,56	+ 3,37

Die schädigende Wirkung der reichlichen Kalkgabe in der Grunddüngung ist unverkennbar, da die Steigerung der Stickstoff- und Phosphorsäuregehalte um einen sehr erheblichen Betrag, wie sie durch die Grunddüngung verursacht wird, nicht mehr an Trockenmassenmehrernte zu leisten vermag als 0,4 ± 0,63 *g*, also einen völlig ausser Betracht kommenden Betrag.

Es könnte nun zwar die Ansicht vertreten werden, dass auch eine andere, nicht an löslichem Kalk so reiche Grunddüngung erfolglos geblieben sein würde. Dass dies aber nicht zutrifft, dass vielmehr hier wieder Hemmung der Trockenmassenbildung vereint mit Zurückdrängung der Kaliaufnahme durch Kalk vorliegt, beweist schon die ausserordentlich ins Auge

[1]) P. Ehrenberg und O. Nolte, Journal für Landwirtschaft 62, 278 (1914).

[2]) Vgl. diese auch hinten im Anhang.

[3]) Die Grunddüngung enthält: 15 *g* sekundäres Kalziumphosphat, 2 *g* primäres Kalziumphosphat, 5 *g* Kalziumsalpeter, 1 *g* schwefelsaures Ammoniak, 2 *g* kohlensaure Magnesia und 5 *g* Tropon.

fallende Verminderung der absoluten, wie prozentischen Kaliaufnahme, die aus den eben genannten Zahlen hervortritt. Noch deutlicher wird der Zusammenhang aber durch Vorführung der Wirkung einer ausreichenden Kaligabe zur Grunddüngung, die mit ihrem die schädigenden Kalkeinflüsse wieder aufhebenden Erfolge sofort höhere Ernten an Trockenmasse ermöglicht.

Buntsandsteinsand, erste Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse g	Kali g	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
$^1/_2$ *g* Kali zur Hälfte als Chlorkali, zur Hälfte als Kalisulfat, mit Grunddüngung . . .	20,1 ± 0,23	0,797 ± 0,007	3,51	3,97	3,92
Keine Kali- und Kalkdüngung, mit Grunddüngung	15,7 ± 0,61	0,248 ± 0.005	1.58	4,43	4,35
Mehr durch Kalidüngg.:	4,4 ± 0,65	0,549 ± 0,009	1,93	— 0,46	— 0,43

Die Grunddüngung, bzw. ihr Reichtum an leichter löslichen Kalksalzen, erscheint hier also dem Erfolge oder vielmehr Misserfolge einer Düngung mit gebranntem Kalk ganz gleichartig auch im Hinblick auf die Heilung des Schadens durch eine ausreichende Kalidüngung. Ich kann sogar nachweisen, dass, wie ich das bereits mehrfach andeutete, eine nur schwächere Kalidüngung die Nachteile einer derartigen Verabreichung von Kalk noch nicht voll wieder gut macht. Man vergleiche:

Buntsandsteinsand, erste Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse g	Kali g	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
$^1/_5$ *g* Kali zur Hälfte als Chlorkalium, zur Hälfte als Kalisulfat, mit Grunddüngung .	16,8 ± 0,36	0,419 ± 0,008	2,50	4,30	4,15
Keine Kalk- und Kalidüngung, ohne Grunddüngung	15,3 ± 0,18	0.519 ± 0,011	3,21	2,87	0,98
Durch Grunddüngung mit $^1/_5$ *g* Kali nicht ausreichende Gabe:	+ 1,5 ± 0,40	— 0,100 ± 0,014	— 0,71	+ 1,43	+ 3,17

Die kalkreiche Grunddüngung konnte somit wirklich trotz der Kalidüngung von $^1/_5$ *g* Kali weder an Kaliaufnahme noch an Trockenmassen die völlig (ausser 5 *g* Tropon) ungedüngte Reihe zweifellos übertreffen, denn die Mehrernte von 1,5 *g* Trockenmasse liegt innerhalb der vierfachen wahrscheinlichen Schwankung, während der der Kalidüngung zum Trotz verbleibende Minderertrag an Kali ohne jeden Zweifel deutlich nachgewiesen ist. Dass dann eine stärkere Kalidüngung den Ertrag durchgreifend steigert, zeigt die folgende Zusammenstellung.

Buntsandsteinsand, erste Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse g	Kali g	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
1/2 g Kali zur Hälfte als Chlorkalium und zur Hälfte als Kalisulfat, mit Grunddüngung .	20,1 ± 0,23	0,797 ± 0,007	3,51	3,97	3,92
Keine Kalk- und Kalidüngung, ohne Grunddüngung	15.3 ± 0.18	0,519 ±0,011	3,21	2.87	0.98
Mehr durch Grunddüngung mit einer ausreichenden Kaligabe von 1/2 g Kali:	4,8 ± 0,27	0,278 ± 0,013	0,30	1,10	2,94

Auch bei der zweiten Ernte auf Buntsandsteinsand zeigen sich noch die entsprechenden Wirkungen. Ich stelle die diesbezüglichen Zahlen, da im wesentlichen nur die gleichen Bemerkungen dazu zu machen sind, zunächst hintereinander zusammen:

Buntsandsteinsand, zweite Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse g	Kali g	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
Keine Kali- und Kalkdüngung, ohne Grunddüngung	6,7 ± 0,17	0,069 ± 0,003	1,04	3,17	0,81
Keine Kalk- und Kalidüngung, mit Grunddüngung	3,1 ± 0.22	0.029 ± 0.000	0,94	3.58	5.51
Weniger durch die kalkreiche Grunddüngung:	3,6 ± 0,28	0,040 ± 0,003	0,10	+ 0,41	+ 4,70

Buntsandsteinsand, zweite Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse g	Kali g	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
1/2 g Kali halb als Chlorkalium, halb als Sulfat, mit Grunddüngung .	9,3 ± 0,56	0,164 ± 0,008	1,77	3,53	6,15
Keine Kali- und Kalkdüngung, mit Grunddüngung	3.1 ± 0,22	0,029 ± 0.000	0.94	3,58	5,51
Mehr durch Kalidüngg.:	6,2 ± 0,62	0,135 ± 0,008	0,83	— 0,05	0,64

Buntsandsteinsand, zweite Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse g	Kali g	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
1/8 g Kali halb als Chlorkalium, halb als Kalisulfat, mit Grunddüngung	6,5 ± 0,15	0,255 ± 0,001	1,14	3,92	4,13
Keine Kalk- und Kalidüngung, ohne Grunddüngung	6,7 ± 0,17	0.069 ± 0,003	1,04	3.17	0.81
Durch Grunddüngung mit 1/8 g Kali, nicht ausreichende Gabe:	— 0,2 ± 0,23	+ 0,186 ± 0,003	+ 0,10	+ 0,75	+ 3,32

Buntsandsteinsand, zweite Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse	Kali	Kali	Stickstoff	Phosphorsäure
$^1/_2$ *g* Kali halb als Chlorkalium, halb als Kalisulfat, mit Grunddüngung	*g*	*g*	v. H.	v. H.	v. H.
	9,3 ± 0,56	0,164 ± 0,008	1,77	3,53	6,15
Keine Kalk- und Kalidüngung ohne Grunddüngung	6,7 ± 0.17	0.069 ± 0,003	1,04	3,17	0,81
Mehr durch Grunddüngung mit einer ausreichenden Kaligabe von $^1/_2$ *g* Kali:	2,6 ± 0,59	0,095 ± 0,009	0,73	0,36	5,34

Die Werte passen sich durchaus dem für die erste Ernte auf den Buntsandsteinsand Gesagten an, nur dürfte zu beachten sein, dass die zweite Vegetation ohne jedwede Düngung, also ohne Kali- und Kalkdüngung wie ohne Grunddüngung, für die zweite Ernte noch weniger Pflanzennährstoffe im Boden vorfindet als für die erste — Es wird nun noch erforderlich sein, die Ergebnisse der Erträge auf dem besseren Boden bei Verabfolgung von Grunddüngung zu prüfen und festzustellen, ob auch hier die kalkreiche Grunddüngung schädigend wirkte, eine ausreichende Kaligabe aber dem Schaden abzuhelfen vermochte. Freilich ist leider die erste Ernte für meinen Zweck hier nicht verwendbar, weil der Unterschied zwischen den Reihen „ohne" und „mit" Grunddüngung in erster Linie von dem verfügbaren Stickstoff beherrscht wird. Wir erinnern uns, dass bei dem sehr armen Buntsandsteinsand auch die ohne Grunddüngung verbliebenen Reihen je 5 *g* Tropon, und damit eine leidlich ausreichende Stickstoffdüngung erhalten hatten. Daher vermochte die besondere Kalk- bzw. Kaliwirkung in Erscheinung zu treten. Der schwere Untergrundlehm, der ein wenig mehr Pflanzennährstoffe zu bieten vermochte, war wenigstens für die erste Ernte ohne Tropongabe verblieben, und so kommt es, dass der Unterschied zwischen der Reihe „ungedüngt ohne Grunddüngung" und „ungedüngt mit Grunddüngung" wesentlich durch die verfügbaren Stickstoffmengen entschieden wird. Anders steht es mit der zweiten Ernte, die für sämtliche Reihen, auch die ohne Grunddüngung, je 3 *g* Tropon als Stickstoffdünger empfangen hat. Sobald die sonst die Verhältnisse beherrschende Stickstoffversorgung durch diese Grunddüngung einigermassen in den Hintergrund gedrängt worden ist, treten die uns nun schon völlig geläufigen Erscheinungen wieder hervor. Es ist zu verzeichnen:

Untergrundlehm, zweite Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse	Kali	Kali	Stickstoff	Phosphorsäure
Keine Kali- und Kalkdüngung, ohne Grunddüngung	*g*	*g*	v. H.	v. H.	v. H.
	15,4 ± 0,32	0,307 ± 0,005	1,94	1,71	2,31
Keine Kali- und Kalkdüngung, mit Grunddüngung	12.2 ± 0.22	0.194 ± 0.016	1.60	2.93	5.78
Weniger durch die kalkreiche Grunddüngung:	3,2 ± 0,39	0,113 ± 0,017	0,34	+ 1,22	+ 3,47

Die sehr viel bessere Versorgung mit der Grunddüngung hat auch hier, weil die Grunddüngung an leichtlöslichem Kalk verhältnismässig reich war, eine Schädigung bedingt, welche Zurückdrängung der Kaliaufnahme und Verminderung der Trockenmassenernte, beides über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinaus, im Gefolge aufweist. Die Stickstoff- und Phosphorsäuregehalte vom Hundert zeigen, dass diese Nährstoffe für unsere Überlegungen nichts zu bedeuten haben. Die erste Ernte hat übrigens nicht etwa dadurch, dass sie bei der mit Grunddüngung versehenen Reihe eine stärkere Kaliaufnahme aus dem Boden bedingt hätte, störend und verdunkelnd eingegriffen, denn die Kalientnahme bei der ersten Ernte vom Untergrundlehm stellt sich für die ohne Kali- und Kalkdüngung verbliebenen Reihen gleichmässig:

ohne Grunddüngung auf . . . . 0,279 ± 0,002 *g*,
mit „ „ . . . . 0,303 ± 0,014 „

also ziemlich auf die gleiche Höhe, wenn man die Grösse der wahrscheinlichen Schwankungen berücksichtigt. —

Durch ausreichende Kalidüngung wird der durch Kalk bedingte Fehlbetrag wieder ausgeglichen, wie auch sonst:

Untergrundlehm, zweite Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse *g*	Kali *g*	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
1 *g* Kali zur Hälfte als Chlorkalium, zur Hälfte als Kalisulfat, mit Grunddüngung .	15,7 ± 0,59	0,337 ± 0,016	2,14	2,81	5,29
Keine Kali- und Kalkdüngung, ohne Grunddüngung	15.4 ± 0.032	0.307 ± 0.005	1.94	1.71	2.31
Mehr durch Kalidüngg:	0,3 ± 0,67	0,030 ± 0,017	0,20	1,10	2,98

Während somit hier wieder die Düngung mit 1 *g* Kali die Nachteile beheben und sogar eine freilich innerhalb der wahrscheinlichen Schwankung liegende Mehrernte an Trockenmasse, sowie eine, aber nur die zweifache wahrscheinliche Schwankung überschreitende und somit nicht gesicherte, Mehrernte an Kali herbeizuführen vermag, genügt auch hier wieder eine halb so grosse Kalidüngung nicht, um den durch die leichtlöslichen Kalkmengen der Grunddüngung angerichteten Schaden zu beseitigen. Denn es ergab sich:

Untergrundlehm, zweite Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse *g*	Kali *g*	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
1/2 *g* Kali halb als Chlorkalium, halb als Sulfat, mit Grunddüngung .	14,4 ± 0,55	0,255 ± 0,007	1,77	2,95	4,96
Keine Kali- und Kalkdüngung, ohne Grunddüngung	15,4 ± 0.32	0.307 ± 0.005	1.94	1,71	2.31
Durch die nicht ausreichende Kaligabe von 1/2 *g* mit Grunddüngung weniger:	1,0 ± 0,64	0,052 ± 0,009	0,17	+ 1,24	+ 2,65

Vielleicht tritt hier noch deutlicher, als beim Buntsandsteinsand erster wie zweiter Ernte, das Unvermögen einer schwächeren Kaligabe hervor, den von der kalkreichen Grunddüngung angerichteten Schaden wieder gut zu machen. Allerdings ist hier zu beachten, dass bereits die erste Ernte nicht unerhebliche Kalimengen aus dem Boden der mit $^1/_2$ *g* Kali gedüngten Reihe entnommen hatte, nämlich 0,616 ± 0,032 *g*, gegenüber 0,279 ± 0,002 *g* bei der ohne Grunddüngung verbliebenen Reihe ohne Kali- und Kalkdüngung. Entsprechend muss man auch für die weiter vorher zusammengestellten Werte beachten, dass die mit 1 *g* Kali versorgte Reihe mit Grunddüngung bereits bei der ersten Ernte 0,849 ± 0,029 *g* Kali dem Boden entnahm, während die Reihe „keine Kalk- und Kalidüngung" mit Grunddüngung 0,303 ± 0,014 *g* Kaliaufnahme zeigte. Berücksichtigt man diesen Umstand, dass somit nur noch etwa 0,454 *g* Kali für die zweite Ernte aus der Kalidüngung verfügbar waren, so erklärt sich der Umstand besser, dass die Kalidüngung hier nur die durch die Grunddüngung bedingte Schädigung wieder gut zu machen, aber nicht die Ernte wesentlich zu erhöhen vermochte. Dazu war die noch verfügbare Kalimenge eben offenbar nicht mehr ausreichend gross, was ja auch aus einem Vergleich der Kaligehalte vom Hundert hervorgeht.

Um die erste Ernte vom Untergrundlehm noch einigermassen für diese Überlegungen dienstbar zu machen, führe ich endlich noch die folgenden Vergleiche durch:

Untergrundlehm, erste Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse *g*	Kali *g*	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
40 *g* Kalkasche ohne Grunddüngung . . .	12,3 ± 0,26	0,568 ± 0,011	4,62	1,83	1,23
40 *g* Kalkasche mit Grunddüngung . . .	8,5 ± 0,40	0,194 ± 0.007	2,29	4,06	0,64
Durch die kalkreiche Grunddüngg. weniger:	3,8 ± 0,48	0,374 ± 0,13	2,33	+ 2,23	2,58

Hier tritt wieder die Schädigung durch die zu grosse Kalkgabe in der Grunddüngung sowohl hinsichtlich der Ernte an Trockenmasse wie an Kali deutlich hervor. Die Heilung durch Kali zeigen die folgenden Zahlen:

Untergrundlehm, erste Ernte, Pflanze *Buchweizen:*

	Trockenmasse *g*	Kali *g*	Kali v. H.	Stickstoff v. H.	Phosphorsäure v. H.
40 *g* Kalkasche mit Grunddüngung und 1 *g* Kalidüngung . .	13,1 ± 0,88	0,597 ± 0,060	4,52	3,98	3,54
40 *g* Kalkasche mit Grunddüngung ohne Kalidüngung . . .	8,5 ± 0,40	0.194 ± 0,007	2,29	4,06	0,64
Durch die Kalidüngung mehr:	4,6 ± 0,97	0,403 ± 0,060	2,23	+ 0,08	2,90

Damit dürften die Werte, welche hier aus eigenen Versuchen zur Verfügung stehen, erschöpft sein. Es sind, wie man bei unbefangener Prüfung wohl zugestehen muss, eine ganz erhebliche Anzahl nahezu völlig gleich verlaufender Ergebnisse, die mit einem sehr adsorptionsschwachen Buntsandsteinsand und einem adsorptionsstarken Untergrundlehmboden erhalten wurden. *Stets zeigte sich eine starke Kalkgabe als die Ursache für wesentliche Zurückdrängung der Kaliaufnahme und für Verminderung der Ernte an Trockenmasse. Wurde aber eine ausreichende Kaligabe verabfolgt, so konnte dadurch die Schädigung beseitigt und zum Teil die Ernte noch weiter erhöht werden.*

Es bleibt nur noch übrig, eine Unstimmigkeit zu erklären, die bislang nur flüchtig hervorgehoben wurde.[1])

Mehrfach zeigt sich bei Auftreten einer Kalkschädigung, die durch Herabminderung der Trockenmassenernte gekennzeichnet ist, ein Steigen der prozentischen Kaligehalte, so dass anscheinend die Ursache für den Minderertrag doch nicht in einer Kaliknappheit gesucht werden kann. Wir finden derartige Erscheinungen in den vorbesprochenen Versuchen mehrfach,[2]) können indessen, wie dies bereits geschah, einen Unterschied in der Richtung machen, dass bei sehr erheblichem Steigen der prozentischen Kaligehalte natürlich nicht ein Kalimangel als Ursache für den Minderertrag angesehen werden kann. Das ist bei dem bereits oben besprochenen Fall[3]) ganz selbstverständlich. In der überwiegenden Mehrheit der anderen Fälle betragen die Kalimehrgehalte nur geringe Bruchteile eines Prozents, von 0,14—0,39 %. Hier liegt die Möglichkeit vor, dass eine durch die Kalkgabe bedingte Vermehrung des verfügbaren Kaligehaltes der Bodenlösung — etwa durch Bodenaufschliessung oder Basenaustausch od. dgl. — zu vermehrter Kaliaufnahme fürs Hundert Trockenmasse führte, indes der weit erheblicheren Vermehrung des aufgenommenen Kalkes gegenüber in der Pflanze ohne Wirkung blieb. Ich muss hier wenige Worte auf die innere Ursache der Kalkschädigung und der Zurückdrängung der Kaliaufnahme durch dieselbe verwenden, obwohl ich das sonst mit Rücksicht auf die nicht ausreichenden experimentellen Grundlagen für dieses Gebiet möglichst unterlassen habe.

M. Parisot brachte bereits vor langer Zeit die Ansicht, dass der Kalk in der Pflanze bei übermässigem Vorhandensein in der Richtung nachteilig wirke, dass er durch Bildung unlöslicher Salze mit organischen Säuren ganz oder teilweise die Alkalien verdränge und so auf die Assimilation der Pflanze einwirke.[4])

Ich möchte die Erklärung ein wenig anders gestalten. Einerlei, wie die Einzelheiten der Aufnahme der Pflanzennährsalze vor sich gehen mögen;

[1]) Oben S 19.

[2]) Oben S. 17 mit + 0,27 und + 0,39 %; weiter S. 18 + 0,64 und + 0,72 %; S. 21 + 0,14 und + 0,27 %; S. 22 + 1,39 %; S. 25 + 0,39 %.

[3]) Oben S. 22.

[4]) Memoire Société d'Emulation du Doubs (3) 3, 78 (1858).

man wird kaum daran zweifeln können, dass ein Teil, und zwar kein ganz geringer, unserer Kalk- wie unserer Kalisalze von der Wurzel als Bikarbonate aufgesaugt werden. Sie, aber auch ein Teil der als Sulfate aufgenommenen Salze, der überwiegende Teil der als Nitrate eintretenden, und ebenso ein Teil der als Phosphate resorbierten, finden sich nachher in der Pflanze als Salze organischer Säuren, da die Säureanteile (wie wir hier der Einfachheit halber, ohne auf die Ionentheorie zurückzugreifen, sagen wollen) der Bildung von Eiweiss in seinen verschiedenen Formen dienen. Nun muss es von massgebender Bedeutung sein, ob durch starke Aufnahme doppeltkohlensauren Kalkes[1]) es gewissermassen zu einer Überschwemmung der Pflanze mit Kalk kommt.[2]) Denn dann wird es der Pflanze unmöglich sein, für die aufzunehmenden Kaliverbindungen die erforderlichen Mengen organischer Säuren zur Verfügung zu stellen, um dieselben daran zu binden, wie es in normalen Fällen geschieht und wie es die erheblichen Mengen organischer Kaliverbindungen in der Pflanze, die beim Veraschen in Pottasche übergehen, beweisen. Der Kalk muss, auch wenn er nicht einfach mit der organischen Säure ausfällt und sie derart festlegt, schon nach dem Massenwirkungsgesetz dann dem Kali nur geringe Mengen organischer Säuren übrig lassen. Das dürfte die Kaliaufnahme dadurch hemmen, dass die Weiterverarbeitung und damit rückwirkend auch die Aufnahme weiteren Kalis durch die Pflanze stark beeinträchtigt wird. Nur, wenn durch Vorhandensein grosser Mengen leichtlöslichen Kalis in der Bodenlösung auch viel Kali durch die Pflanze aufgenommen wird, muss sich das Massenwirkungsgesetz nach der anderen Richtung hin betätigen. Das Kali wird sich erheblichere Mengen der organischen Säuren in der Pflanze sichern können und vermutlich dadurch wieder sowohl die Ausfällung des Kalkes, wie seinen Abtransport nach anderen Teilen der Pflanze hin behindern. Beides muss wieder dahin wirken, dass ein geringeres Aufnahmegefälle für den Kalk nach den anderen Teilen der Pflanze hin besteht, so dass Kalk im geringeren Umfange zur Aufnahme durch die Wurzeln gelangt.

Damit ist keine irgendwie erschöpfende Erklärung des ganzen Vorganges der gegenseitigen Beeinflussung von Kali und Kalk in der Pflanze gewagt, denn hierzu bedarf man reichlichen experimentellen Materials, und davon liegen meines Wissens kaum die ersten Anfänge vor. Aber es ist immerhin eine gewisse Deutung der uns hier auffällig erschienenen Vorgänge versucht.

Dabei ist wohl zuzugeben, dass auch andere, erst weiter unten bei der Lupine und Serradella behandelte Umstände, wie die Beeinflussung der Eisenaufnahme durch Kalkgaben, eine Rolle bei der Erklärung solcher Fälle spielen könnten, in denen mit der Kalkung zusammengehend eine erhebliche Vermehrung des Kaligehaltes vom Hundert in der Pflanze zu beobachten war. Indessen haben wir, von dem einen oben bereits erwähnten Fall abgesehen, wohl nur die Zahlen auf S. 19 zu nennen, bei denen die

---

[1]) Der Einfachheit halber nehme ich diesen einzelnen Fall als Beispiel.

[2]) Vgl. unten 56, ebenso 58.

erhebliche Steigerung des Kaligehaltes den Blick noch auf derartige Zusammenhänge lenkt. Und auch in diesem Fall werden vermutlich bereits die oben im Zusammenhang angeführten Verhältnisse der Kaliaufnahme bei der ersten Ernte ausreichen, um die Zahlen genügend zu erklären.

Es scheint weiter, als ob gleiche Wirkungen einer reichlichen Kalkgabe in gleicher Weise von anderen Beobachtern festgestellt werden konnten, wenn dieselben auch zumeist durch die Einrichtung ihrer Versuche verhindert waren, der Sache auf den Grund zu gehen.

So sind in den folgenden Ausführungen Ergebnisse aus der Literatur zusammengestellt, und von dem bislang verfolgten Gesichtspunkt aus, allerdings auch möglichst unter Berücksichtigung solcher Umstände, deren Bedeutung dem jeweiligen Berichterstatter seinerzeit entgangen war, dargelegt und behandelt. Dabei ist noch eine besondere Teilung der Literaturbesprechung insofern nützlich und auch notwendig erschienen, als die mit der Lupine und Serradella und ähnlichen Kulturpflanzen ausgeführten Versuche über die Wirkung des Kalkes bei diesen Pflanzen einen besonderen Abschnitt erhalten haben. Einmal sind gerade über die Frage des Einflusses des Kalkes auf die Lupine bei weitem am meisten Untersuchungen und Beobachtungen vorhanden, dann aber erscheint die Beurteilung der vorliegenden Verhältnisse, vor allem bei diesen und den ihnen zuzuordnenden Pflanzen, eigenartig und besonderer Würdigung bedürftig. Einige andere Pflanzen, wie z. B. der Weinstock, auch die edle Kastanie, mögen eine Art Übergang von der Lupine, Serradella usw. zu den übrigen Kulturpflanzen darstellen. An Ort und Stelle wird hierüber mehr zu sagen sein, doch darf bereits hier nicht verhehlt bleiben, dass trotz so mancher Arbeit auf dem hier in Frage kommenden Gebiet die Unterlagen noch nicht zu völliger, abschliessender Klärung jeder sich dabei erhebenden Frage ausreichen. Es muss genügen, wenn es gelingt, eine für die Mehrzahl der Leser hoffentlich einen Fortschritt darstellende Annäherung an die Wahrheit der Erscheinungen, und ihre Erklärung zu erreichen. Im einzelnen hat dann erneute Forschungsarbeit einzusetzen, die denn auch bereits im kommenden Frühjahr von mir begonnen werden soll, wenn es die Verhältnisse irgend gestatten.

IV. Literaturfeststellungen über das Kalk-Kali-Gesetz für Kulturpflanzen mit Ausnahme der Lupine und ähnlicher Gewächse.

Im voraus sei darauf hingewiesen, dass ich bei meinen Besprechungen aus der Literatur, die nun folgen, weder vollständig zu sein vermochte, noch etwa die Arbeiten der Zeit ihres Erscheinens nach behandele. Sie wurden vielmehr in dem Umfange, wie sie mir wichtig und zur Klärung der hier vorliegenden Erscheinungen verwendbar erschienen, herangezogen.

Als durch Gründlichkeit und Exaktheit zur Ergänzung meiner Versuche besonders geeignet stelle ich verschiedene Versuchsreihen von Th. Pfeiffer voran, die sich auch, ihrer Ausstattung mit Analysen der Pflanzenmassen halber, für meine Zwecke im wesentlichen eignen.

PFEIFFER hat mit seinen Mitarbeitern 2 Veröffentlichungen[1]) über die Löslichkeit verschiedener Phosphate durchgeführt, die für meine Zwecke sehr wichtig sein würden, wenn nicht nur Phosphor-, sondern auch Kalibestimmungen darin zu finden wären. Indes auch so dürften sie einigermassen verwendbar sein. Er findet nämlich bei *Buchweizen* im Gegensatz zu den auch als Versuchspflanze benutzten *Hafer* durch grössere Gaben leichtlöslicher Phosphorsäureverbindungen, die vom Hafer gut vertragen werden, eine erhebliche Schädigung. Ja, er erinnert für dies eigenartige Verhalten des Buchweizens an die Kalkempfindlichkeit der Lupinen.

Ich glaube nun, dass hierin tatsächlich eine schädliche Wirkung des in den grösseren Gaben von leichtlöslichem Dikalziumphosphat enthaltenen, natürlich auch leichtlöslichen[2]) Kalkes zu erblicken ist. Das sei sogleich näher ausgeführt.

PFEIFFER findet an Erntetrockenmasse:

	Dikalziumphosphatdüngung *g*	Erntetrockenmasse *g*
In seiner ersten Versuchsreihe[3]) für *Hafer* bei . . .	—	22,6 ± 0,62
	0,2	65,0 ± 1,41
	0,4	104,5 ± 1,66
	0,6	122,4 ± 2,24
	2,0	169,7 ± 2,48
„ *Buchweizen* „ . . .	—	16,9 ± 0,79
	0,2	32,1 ± 1,87
	0,4	39,4 ± 2,40
	0,6	50,6 ± 1,59
	2,0	54,9 ± 1,02

Die auch von ihm bei Buchweizen festgestellte verhältnismässig schlechte Ausnutzung des Dikalziumphosphats will PFEIFFER mit der geringeren Tiefenausbreitung der Buchweizenwurzeln in Zusammenhang bringen, verweist aber selbst auf die im Gegensatz dazu befindliche bessere Ausnutzung der schwerer löslichen Phosphate durch den Buchweizen. Die Erklärung wird sich in dem bislang von mir hervorgehobenen Sinne auch hier ergeben. Wir haben im Hafer nämlich die Pflanze vor uns, welche bekanntlich von unseren Getreidekulturpflanzen wohl bei stärkster Fähigkeit, sich das Bodenkali dienstbar zu machen,[4]) einen nicht besonders

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 87, 191 (1915) und 89, 203 (1917).

[2]) Die Löslichkeit des Dikalziumphosphats musste durch die in der Grunddüngung ziemlich reichlich — etwa 16 *g* gegenüber 1 *g* $CaSO_4 . 2 H_2O$ — vorhandenen Salze mit anderen Ionen noch erhöht werden, von der in den Gefässen entstehenden Kohlensäure abgesehen. Es mag auch aus dem Odersand auf diese Weise noch Kalk in Lösung gegangen sein.

[3]) Landw. Versuchsstationen 87, 196 (1915).

[4]) P. WAGNER, Arbeiten der D. L.-G. 96, 350 u. ff. (1904); R. HEINRICH-O. NOLTE, Dünger und Düngen, 7. Aufl., 139 (1918). Schon K. SPRENGEL, Lehre vom Dünger, gibt derartige Hinweise, vgl. 289 (Leipzig 1839). Der Sommerweizen besitzt nach C. v. SEELHORST, Arbeiten der D. L.-G. 81, 68 (1903), nur schwache Aneignungsfähigkeit für Kali, was zu den weiter oben wiedergegebenen Beobachtungen passt.

grossen Bedarf an diesem wichtigen Pflanzennährstoff besitzt. So zieht Schneidewind aus den von ihm zur Beurteilung herangezogenen diesbezüglichen Versuchen den Schluss, dass Hafer wohl diejenige Halmfrucht sei, welche die Kalidüngung am wenigsten nötig hat.[1]) Dagegen ist Buchweizen als eine der kalihungrigsten Pflanzen bekannt, ohne dass sein Aufschliessungsvermögen für diesen Nährstoff anscheinend besonders gross wäre.[2])

Die Folge muss sein, dass Hafer die durch den vermutlich recht leichtlöslichen Kalk in 0,6 und 2 *g* Dikalziumphosphat herbeigeführte Erschwerung der Kaliaufnahme ohne grössere Schädigung verträgt. Der mehr auf Kali angewiesene Buchweizen, der zudem sich dasselbe nicht so leicht verfügbar machen kann wie Hafer, erleidet eine durch Beeinträchtigung der für ihn unentbehrlichen Kaliaufnahme bedingte Kalkschädigung. Diese wird zwar noch ein wenig durch die günstige Wirkung der Mehrzufuhr von Phosphorsäure, die mit dem Kalk zugleich verabreicht wird, verdeckt, kennzeichnet sich aber deutlich schon durch den fehlenden Mehrertrag, den wir bei Hafer doch in ganz erheblichem Umfang beobachten können.

Ganz mit diesen Ausführungen stimmt es überein, wenn Th. Pfeiffer allgemein feststellt, dass der Hafer das leichtlösliche Dikalziumphosphat besser als der Buchweizen auszunutzen vermochte,[3]) während beim schwerer löslichen Trikalzium- und Angaur-Phosphat das umgekehrte Verhalten sich ergibt. Sehr schade ist es, dass nicht Kalibestimmungen vorliegen, sie würden gewiss meine Ansichten bestätigen. Denn die Verhältnisse liegen zum Teil ganz ähnlich wie bei meinen früher besprochenen Versuchen. Immerhin ist es mir möglich, meine Ansicht noch besser dadurch zu bekräftigen, dass ich die von Pfeiffer weiter über den gleichen Versuchsgegenstand ausgeführten späteren Versuche zur Darlegung heranziehe.

---

[1]) W. Schneidewind, Die Ernährung der landw. Kulturpflanzen, 2. Aufl., 462/63 (1917). Vgl. weiter C. v. Seelhorst, Arbeiten der D. L.-G. **81**, 69 (1903); P. Wagner, ebendort **96**, 350 u. ff. (1904).

[2]) M. Maercker, Die Kalidüngung, 2. Aufl., 244 (1893); auch schon Deutsche landw. Presse **10**, 169 (1883); Adolf Mayer, Landw. Versuchsstationen **49** (1898); H. Wilfahrt, nach Deutsche landw. Presse **29**, 711 (1902); H. Wilfahrt und G. Wimmer, Journal für Landwirtschaft **51**, 136 (1903); Giersberg, Deutsche landw. Presse **36**, 93 (1909); C. v. Seelhorst, Handb. d. Moorkultur, 2. Aufl., 276 (1914); P. Ehrenberg und O. Nolte, Journal für Landwirtschaft **62**, 236 (1914); G. Hannisch, Illustrierte landwirtschaftl. Zeitung **36**, 288 (1916); Th. Pfeiffer und W. Simmermacher, ebendort **88**, 111 (1916); ebendort 120; auch Th. Pfeiffer, Der Vegetationsversuch, 122 (1918); R. Heinrich-O. Nolte, Dünger und Düngen, 7. Aufl., 140 und 142 (1918). Ungünstige Erfahrungen bei der Buchweizendüngung mit Kalisalzen beziehen sich anscheinend nur zum geringen Teil auf die bei Verwendung der Salze zur Aussaat hervortretende Salzempfindlichkeit des Buchweizens während der Keimung, vgl. Arbeiten der D. L.-G. **56**, 151 (1901); **67**, 106 (1902); **81**, 102 (1903); diese Versuche fanden auch sonst unter ungünstigen Verhältnissen statt. Besonders aber wird die Förderung der Löslichkeit des Kalkes durch Umsetzung mit den Kalirohsalzen eine grosse Rolle spielen. Vgl. dazu S. 111.

[3]) Th. Pfeiffer, Landw. Versuchsstationen **87**, 205, 206 (1915).

Hier erhielt nämlich[1]) der gleiche Forscher die nachfolgenden Ergebnisse: [2])

	Dikalziumphosphat g	Erntetrockenmasse g
Für *Hafer* bei	—	5,4 ± 0,23
	0,2	61,3 ± 1,14
	0,6	95,8 ± 0,78
	2,0	110,1 ± 0,78
„ *Buchweizen* „	—	5,9 ± 0,14
	0,2	36,0 ± 1,25
	0,6	52,9 ± 0,74
	2,0	32,9 ± 4,29

Es ist somit eine unmittelbare Schädigung durch die genannte Düngung mit dem verhältnismässig viel recht leichtlöslichen Kalk in den Boden bringenden Dikalziumphosphat beim Buchweizen festgestellt und trotz der erheblichen wahrscheinlichen Schwankungen bewiesen, denn

	Trockenmasse g
Buchweizen mit 0,6 *g* Phosphat erbrachte	52,9 ± 0,74
„ „ 2,0 „ „ „	32,9 ± 4,29
Unterschied:	20,0 ± 4,35

Dass beim zweiten Versuch die Wirkung schärfer hervortreten musste, war dadurch bedingt, dass nach PFEIFFER die nur eine geringe Tiefenausbreitung aufweisenden Buchweizenwurzeln in den das zweite Mal benutzten, kleineren Vegetationsgefässen mit 11 *kg* — anstatt vorher 18,5 *kg* Odersand — die ganze Masse des Gefässes zu durchdringen vermochten, was u. a. zu stärkerer Ausnutzung des schwerlöslichen Angaur-Phosphates führte.[3]) Zudem enthielt beim zweiten Versuch die Grunddüngung[4]) gegenüber dem ersten [5]) bei fast völlig gleicher Düngung mit Ammoniumnitrat und Kaliumsulfat 1 *g* schwefelsaurer Magnesia und 0,2 *g* Kochsalz mehr. Das musste in der noch dazu erheblich verringerten Wassermenge der Gefässe in doppelter Beziehung zu höherer Konzentration von Salzen mit anderen Ionen als denen des die Kalziumphosphats führen, und damit dessen Löslichkeit fördern. Es ist gar nicht unmöglich, dass auch dieser Umstand mehr oder weniger fördernd auf die Löslichheit des Angaur-Phosphats gewirkt hat. Jedenfalls war er geeignet, mehr Kalk in Lösung zu bringen und so die Schädigung des Buchweizens zu vergrössern. [6]) Dass dieser

[1]) TH. PFEIFFER, Landw. Versuchsstationen 89, 204 (1917).

[2]) a. a. O. 205.

[3]) a. a. O. 214.

[4]) Landwirtschaftliche Versuchsstationen 89, 204 (1917).

[5]) Ebendort 87, 195 (1915).

[6]) Dass Buchweizen in der landw. Praxis als kalkempfindlich gilt, zeigt eine Mahnung, Mergel- und Kalkboden von der Buchweizenkultur auszuschliessen. Vgl. Deutsche landw. Presse 10, 169 (1883). Vergl. auch unten 86.

überhaupt auch bei 2 *g* Dikalziumphosphat noch einen leidlichen Ertrag gebracht hat, ist der verhältnismässig reichen Versorgung mit Kali zuzuschreiben, die indessen in diesem zweiten Falle nicht mehr ausreichte, den Nachteil, den der Kalk durch Hemmung der Kalizufuhr bedingte, wieder gut zu machen.

Obwohl nicht in völlig erwünschter Weise vollständig, weil die Kalibestimmungen fehlen, sind diese soeben besprochenen Versuche doch wohl in der von mir dargelegten Art und Weise im Anschluss an mein Versuchsmaterial recht befriedigend aufzuklären.

In ähnlicher Weise dürfte ein zweiter Versuch Pfeiffers sich den hier zu verfolgenden Gesetzmässigkeiten anpassen. Ihm fiel selbst auf,[1]) dass zwei seiner anderweit benutzten Böden bei einer Düngung mit Stickstoff und Phosphorsäure gegenüber „ungedüngt" eine zweifellos sicher festgestellte Kali-Minderaufnahme erkennen liessen. Sein Erklärungsversuch, durch Annahme der Erzeugung grösserer Mengen von Wurzelmasse eine Verarmung der oberirdischen Teile an Kali wahrscheinlich zu machen, falls mit Stickstoff und Phosphorsäure gedüngt worden ist, erscheint mir deshalb nicht ganz schlüssig, weil durch diese Düngung sich ja nicht nur die Wurzelmasse, sondern auch die oberirdischen Sprossteile der Pflanze rund um die Hälfte vermehrt haben.[2]) Nun ist nicht ganz einzusehen, weshalb hierbei gerade die oberirdische Masse zugunsten der Wurzel hätte Kali im geringeren Umfange aufnehmen müssen. — Ich möchte vielmehr den Blick auf folgende Tatsachen lenken:

Die beiden in Frage stehenden Böden, Nimkau und Burgwitz, wiesen bei der Ernte ungedüngter Gefässe weitaus den geringsten Kaliertrag von allen verglichenen sieben schlesischen Böden auf, mit nur einer Ausnahme. Während aber dieser, die Ausnahme darstellende, gleichfalls eine so niedrige Kaliernte zeitigende, dritte Boden, Brandschütz, einen sehr erheblichen Kaligehalt vom Hundert der Ernte erbrachte, stehen die beiden hier zu behandelnden Böden, Nimkau und Burgwitz, auch in dieser Beziehung für sich da. Man vergleiche:[3])

Es betrug die Ernte an Kali in der Trockenmasse der Versuchspflanze *Hafer:*

(Siehe Tabelle Seite 40.)

d. h., die beiden durch Gehalt vom Hundert und Kaliernte als besonders arm an für die Pflanzen verfügbarem Kali sich kennzeichnenden Böden Nimkau und Burgwitz haben auch die Düngung mit leichtlöslichem Kalk in Form des primären Kalziumphosphats im Sinne unserer Feststellungen mit einer Kaliminderaufnahme beantwortet, die unzweifelhaft nachgewiesen ist. Dass sie nicht schärfer in Erscheinung tritt und nicht mit einer Mindenernte an Trockenmasse vereint ist, wird offenbar durch den Umstand ver-

[1]) Landw. Versuchsstationen 86, 365 (1915).

[2]) Ebendort 86, 345 (1915).

[3]) Ebendort 364.

Für Boden	Ungedüngt		Gedüngt mit Stickstoff und 2 *g* Phosphorsäure als primäres Kalziumphosphat		Durch die Stickstoff- und Phosphorsäure-Düngung mehr geerntetes Kali
	°/₀	*g*	°/₀	*g*	*g*
Brandschütz	2,475	0,703	1,565	1,429	0,726
Langenau	2,970	1,883	2,143	2,282	0,399
Grosstotschen	3,305	1,279	3,145	3,614	2,335
Herrenprotzsch . . , .	2,780	1,849	1,805	2,144	0,295
Bettlern	2,560	1,777	1,970	2,413	0,636
Nimkau	*1,617*	*0,742*	*0,840*	*0,601*	*— 0,141 ± 0,023*
Burgwitz	*1,325*	*0,860*	*0,798*	*0,766*	*— 0,094 ± 0,009*

deckt, dass mit der Kalkphosphatgabe gleichzeitig auch eine erhebliche Stickstoffdüngung stattfand und dass die überhaupt zur Feststellung einer Kaliaufnahmehemmung weniger geeignete Pflanze Hafer zur Verwendung gelangte.

Endlich kann ich einen dritten Vergleich zweier Versuchsreihen TH. PFEIFFERS[1]) vorführen, der in gewisser Hinsicht für meine Anschauungen spricht. Unser Forscher stellt selbst fest, dass bei der gleichen Versuchspflanze *Hafer* und dem gleichen Erdboden aus Rosenthal, sowie der gleichen, mittleren Wassergabe, seine Versuche sehr abweichende Kaliausnutzungen aufwiesen.

Im Jahre 1912 nämlich . . . . . . 30,06 v. H. im Mittel von Lehm und Lehmsand.
„ „ 1910 „ . . . . 46,30 „ „ bzw. bei reinem Odersand 55,8.[2])
Somit geringere Ausnutzung 1912: 16,24 v. H.

Die Ursache vermochte PFEIFFER nicht festzustellen. Ich glaube, auch hier wieder in einer Wirkung leichtlöslichen Kalkes die Veranlassung zu finden.

Die Grunddüngung war nämlich:[3])

1912

5,72 *g* Ammoniumnitrat, 1 *g* Magnesiumchlorid,
3,30 bzw. 4,95 *g* primäres Kalziumphosphat,
3,7 bzw. 5,55 *g* Kaliumsulfat.

1910

5,72 *g* Ammoniumnitrat, 0,5 *g* Magnesiumchlorid,
0,5 „ Magnesiumsulfat, 3,7 „ Kaliumsulfat,
6 *g* sekundäres Kalziumphosphat.

Mit anderen Worten, im Jahre 1912 ist das völlig wasserlösliche Kalkphosphat verabreicht worden, wogegen 1910 das immerhin bereits merk-

[1]) TH. PFEIFFER und Mitarbeiter, Landw. Versuchsstationen 82, 282/283 (1913).
[2]) Nicht 58,8, wie es wohl infolge Druckfehlers a. a. O. S. 283 heisst.
[3]) Mitteilungen der landw. Institute Breslau 6, 250 (1911) und Landwirtschaftl. Versuchsstationen 82, 245 (1913).

lich schwerer lösliche, sekundäre Kalziumphosphat gegeben wurde.[1]) Andere Versuche PFEIFFERS sind leider für meine Ausführungen nicht verwertbar, denn der sonstige Versuch 1910 verwendet zwar als Unterschiedsdüngung gelegentlich salpetersauren Kalk,[2]) müsste somit hier eine Kaliminderaufnahme und unter Umständen sogar eine Verminderung der Trockenmassenernte aufweisen. Indessen ist der Ersatz des Stickstoffs im salpetersauren Kalk durch Ammoniumnitrat infolge der Anwesenheit von 6 *g* sekundärem Kalziumphosphat sehr geeignet, auch hier eine vermehrte Lösung von Kalksalzen in die Wege zu leiten. Ein anderer Versuch,[3]) bei dem wieder von zwei Reihen vergleichsweise sehr geringe Kaliaufnahme der einen festgestellt werden kann, bietet wegen der recht verschiedenen Versuchsbedingungen — die Düngung ist bei dem einen Versuch in zwei Teilen gegeben worden, auch kann nicht gesagt werden, wieviel leichtlöslichen Kalk die Böden selbst abzugeben vermochten —, gleichfalls nicht geeignet, deutliche Ergebnisse zu bringen.

Wir wenden uns zu einem anderen Versuch älterer Zeit, welcher aber doch geeignet scheint, im Sinne des hier vertretenen Kalk-Kali-Gesetzes, über dessen Aufstellung ja schon das Nötige gesagt ist, Verwendung zu finden; leider fehlen wieder die Kalibestimmungen: P. WAGNER führte eine Versuchsreihe in Blumentöpfen mit je $6^1/_2$ *kg* Erde aus, welche mit 20 *g* gefälltem Kalziumphosphat für den Topf vermengt wurde. Je 6 Töpfe bildeten eine Reihe, welcher ebensoviel ohne die Kalziumphosphatdüngung verbliebene Töpfe gegenüberstanden. *Buchweizen, Erbsen, Hafer* und *Wicken* waren die Versuchspflanzen. Es ergab sich dabei in lufttrockener Erntemasse:[4])

	Buchweizen	Erbsen	Hafer	Wicken
	g	*g*	*g*	*g*
Mit Kalkphosphat	31,3	43,8	24,5	39,2
Ohne Kalkphosphat	31,6	32,4	19,6	29,5
Durch Kalkphosphat:	— 0,3	+ 11,4	+ 4,9	+ 9,7

Buchweizen hat somit nicht günstig auf die Kalkphosphatgabe zu reagieren vermocht, was doch die sämtlichen anderen Pflanzen und besonders die kalkhungrigen Erbsen und Wicken getan haben. WAGNER stellt fest, der Boden habe sich für die drei anderen Pflanzen als phosphorsäurearm, für Buchweizen als phosphorsäurereich erwiesen; ich erinnere aber daran, dass Hafer, wie bekannt, wenig kalibedürftig ist, bei grosser Fähigkeit, sich das Bodenkali aufzuschliessen. Von Erbsen und Wicken

---

[1]) Wieweit etwa die Magnesiumsalze eine den Kalziumsalzen ähnliche Rolle zu spielen vermögen, lasse ich dahingestellt. Bei den später zu erwähnenden Versuchen von R. HEINRICH, Rostock, erwies sich Magnesiumkarbonat für Lupinen als besonders verderblich, doch braucht das noch nicht ohne weiteres zu verallgemeinern zu sein. Ich halte aber ähnliche Wirkungen für möglich.

[2]) Mitteilungen der landw. Institute Breslau, a. a. O. 261.

[3]) Landw. Versuchsstationen 82, 282 (1913).

[4]) P. WAGNER, Landw. Jahrbücher 12, 636—38 (1883).

sagt z. B. W. SCHNEIDEWIND,[1]) sie vermöchten das Kali des Bodens besser auszunutzen als die Getreidearten und hätten eine besondere Kalidüngung im allgemeinen nicht nötig. Wir finden somit die drei Pflanzen, die an Kalizufuhr nur geringere Ansprüche machen, infolge starker Kalkgabe in Form des sekundären Kalkphosphats nicht in ihrer Förderung durch die Phosphorsäure gehemmt. Nur der Buchweizen litt wahrscheinlich so stark in der ihm besonders wichtigen Kaliaufnahme, dass er von der Verstärkung der Phosphorsäurezufuhr keinerlei Vorteil ziehen konnte.

Ein anderer Versuch von P. WAGNER[2]) mag hier angeführt sein, da er meiner Anschauung nach geeignet ist, für die Feststellung der schädigenden Wirkung steigender Mengen von leichter löslichem Kalk Verwendung zu finden, obwohl auch diesmal wieder das Fehlen von Kalianalysen es leider unmöglich macht, die voraussichtlich zu erwartende Zurückdrängung der Kaliaufnahme durch den Kalk als Ursache hervorzuheben.

Es erbrachte bei *Erbsen*, also einer infolge ihrer Anpassung an Kalk und ihres nur mässigen Kalibedarfs halber[3]) keinen besonders starken Ausschlag auf das Kalk-Kali-Gesetz gebenden Pflanze:

Düngung mit wasserlöslicher Phosphorsäure als Knochenaschesuperphosphat.

	Körner	Stroh	Insgesamt
	g	*g*	*g*
150 *kg* für den Hektar	84,8	126,9	211,7
	± 0,9	± 1,0	± 1,7
300 „ „ „ „	77,7	126,7	204,4
	± 1,1	± 2,1	± 1,8
450 „ „ „ „	68,7	126,6	195,3
	± 0,6	± 1,6	± 1,5

Düngung mit zitratlöslicher Phosphorsäure als gefälltes Kalziumphosphat.

	Körner	Stroh	Insgesamt
	g	*g*	*g*
150 *kg* für den Hektar	83,1	133,4	216,5
	± 0,9	± 0,9	± 1,2
300 „ „ „ „	73,9	132,2	206,1
	± 1,2	± 1,7	± 2,7
450 „ „ „ „	71,9	128,7	200,6
	± 1,5	± 1,2	± 2,1

d. h., im Mittel der drei mit den Kalkphosphaten versehenen Versuchsstücke erbrachte:

die Düngung mit dem wasserlöslichen Kalziumphosphat und Gips:

77,1 ± 0,5 *g* Körner, 126,7 ± 0,9 *g* Stroh, 203,8 ± 1,0 *g* insgesamt;

[1]) Ernährung der landw. Kulturpflanzen, 2. Aufl., 475 (1917); vgl. weiter P. WAGNER, Arbeiten der D. L.-G. **96**, 350 u. f. (1904).

[2]) Landw. Jahrbücher **12**, 640 ff. (1883); besonders 656.

[3]) Vgl. W. SCHNEIDEWIND, a. a. O 475; P. WAGNER, Arbeiten der D. L.-G. **96**, 350 (1904).

die Düngung mit dem zitratlöslichen Kalziumphosphat dagegen:

76,3 ± 0,7 *g* Körner, 131,4 ± 0,8 *g* Stroh, 207,7 ± 1,2 *g* insgesamt.

Die Unterschiede infolge der Verwendung des zitratlöslichen Phosphats betragen:

−0,8 ± 0,9 *g* Körner, + 4,7 ± 1,2 *g* Stroh, + 3,9 ± 1,6 *g* insgesamt.

Während also die Steigerung durch Verwendung wasserlöslichen Phosphats bei der Körnerernte durchaus unsicher ist, da sie bereits innerhalb der einfachen, wahrscheinlichen Schwankung liegt, ist die Herabminderung der Strohernte durch die wasserlöslichen Kalksalze in Superphosphat nahezu mit völliger Sicherheit bewiesen, denn sie erreicht hart die vierfache wahrscheinliche Schwankung, und auch die in gleicher Richtung liegende Minderung durch die Superphosphatdüngung für die Gesamternte ist mit annähernd der zweifachen wahrscheinlichen Schwankung wohl immer noch in Betracht zu ziehen, zumal die Abweichung der drei Einzelreihen nach der gleichen Richtung hin liegt, und die Verminderung der Strohernte als sicher bewiesen gelten kann. Dass die Verminderung gerade für Stroh sichergestellt ist, passt sich meinen Anschauungen auch noch deshalb günstig an, weil die Veränderungen im Kaligehalt, die ich als hier ursächlich ansehe, sich bekanntlich bei den Körnern unserer Kulturpflanzen, so auch bei den hier benutzten Erbsen, so gut wie gar nicht geltend machen, dagegen in Stroh sehr deutlich auftreten.[1]) So musste sich auch die Herabminderung wesentlich beim Stroh ermitteln lassen, wenn sie bei der so stark nicht auf das Kali angewiesenen Erbse überhaupt hervortreten sollte.

In gleicher Weise kann man die mittlere Herabminderung der Ernten bei dem oben besprochenen Versuch, wie sie sich bei zunehmender Versorgung mit dem Kalziumphosphat bzw. auch zum Teil Kalziumsulfat geltend macht, für meine Anschauungen verwerten. Wir sehen im Durchschnitt beider Düngungen:

	Ernte *g*
Bei 150 *kg* Phosphorsäure auf den Hektar	214,1 ± 1,0
„ 300 „ „ „ „ „	205,3 ± 1,6
Weniger durch die Vermehrung:	8,8 ± 1,9[2])
Bei 300 *kg* Phosphorsäure auf den Hektar	205,3 ± 1,6
„ 450 „ „ „ „ „	198,0 ± 1,3
Weniger durch die Vermehrung:	7,3 ± 2,1[3])
Bei 150 *kg* Phosphorsäure auf den Hektar	214,1 ± 1,0
„ 450 „ „ „ „ „	198,0 ± 1,3
Weniger durch die Vermehrung:	16,1 ± 1,6[4])

[1]) P. Wagner, a. a. O. 365 und 368.

[2]) Die vierfache wahrscheinliche Schwankung beträgt 7,6 *g*, also ist die Verminderung der Ernte sicher nachgewiesen.

[3]) Die vierfache wahrscheinliche Schwankung beträgt 8,4 *g*, also ist die Minderung der Ernte mindestens mit grosser Wahrscheinlichkeit nachgewiesen.

[4]) Die vierfache wahrscheinliche Schwankung beträgt 6,4 *g*, also ist die Verminderung der Ernte sicher nachgewiesen.

Nun könnte man hiergegen einwenden, dass nach P. WAGNERS Ansichten, und überhaupt nach der landläufigen Meinung, die Ursache für die Ernteverminderung in der Überdüngung mit Phosphorsäure zu finden sei. Ich hege aber hiergegen wohl zum mindesten nicht ganz unbegründete Zweifel, denn man hat bislang nahezu stets grössere Phosphorsäuregaben in Verbindung mit Kalk gegeben, so dass es durchaus zweifelhaft ist, ob die Phosphorsäure oder nicht vielmehr der leichtlösliche Kalk, falls wenigstens die Kaliversorgung eine nicht ganz ausreichende war, die Schädigung bedingte. Ich gebe gern zu, dass hier eine schlüssige Entscheidung vielleicht nicht möglich ist. Indessen muss man billigerweise zugestehen, dass leider bei der Behandlung und Lösung nahezu aller mit der Phosphorsäure zusammenhängenden Fragen, und bei manchen anderen gleichfalls, die hier von mir zum ersten Male im grösseren Umfange aufgeklärte Wirkung des Kalkes auf die Kaliversorgung nicht nur unbeachtet geblieben ist, sondern der doch bei anderen Zusammenstellungen von Pflanzennährstoffen in der Regel beachteten Nebenwirkung des basischen Anteils überhaupt — man denke an die verschiedenen Salpeter — auch nicht die geringste Beachtung geschenkt wurde.

Weiteres Versuchsmaterial von P. WAGNER liegt in den folgenden Reihen vor:

Zunächst besprechen wir *Wiesen*düngungsversuche, von denen zwei für den von mir verfolgten Zweck herangezogen werden können, da sie zum Vergleich eine Kalkgabe empfangen haben. Es handelt sich um dreijährige Versuche in Schafheim, Versuchsreihe 949,[1]) von denen aber nur für zwei Jahre die Analysenwerte vorliegen. Das gleiche gilt für die Versuchsreihe 950 in Darmstadt.[2]) Leider stellen sich der Ausnutzung der vorhandenen Werte insofern erhebliche Hindernisse entgegen, als beide Wiesen in ihren Erträgen durch Trockenheit im ersten Erntejahr erheblich beeinträchtigt wurden,[3]) und sich weiterhin ohnehin als kalireich[4]) erwiesen. Als weiteres Hemmnis tritt der Beurteilung in den Weg, dass der verabfolgte Ätzkalk natürlich auch eine Stickstoffwirkung auslöste, sodass man dieser selbstverständlich Rechnung zu tragen hat. Man wird daher zunächst nur die zweiten, nicht von der, die Lösung des Kalkes im Boden stark beeinflussenden Dürre heimgesuchten Jahre beider Versuche benutzen können, und dann nicht die Reihen „Kaliphosphat" gegen „Ätzkalk mit Kaliphosphat" vergleichen müssen, sondern besser die Reihe „Kaliphosphat mit Stickstoffdüngung" gegen „Ätzkalk mit Kaliphosphat". Denn es ergibt sich als Stickstoffmehraufnahme:

---

[1]) P. WAGNER und Mitarbeiter, Arbeiten der D. L.-G. 162, 69 (1909).

[2]) Ebenda 72.

[3]) a. a. O. 69 und 72.

[4]) Ebenda.

Für Kaliphosphat mit Stickstoff, 2. Jahr:		
bei Versuch 949	33,7 *kg* und bei Versuch 950	11,8 *kg* vom Hektar,
Für Kaliphosphat mit Ätzkalk, 2. Jahr:		
bei Versuch 949	41,2 „ „ „ „ 950	37,1 „ „ „
Sticktoffmehrertrag durch Ätzkalk gegenüber der eigentlichen Stickstoffdüngung:	7,5 *kg* und bei Versuch 950	25,3 *kg* vom Hektar.

Natürlich wird man [1]) da nicht die Kaliphosphat-Ätzkalkreihe gegen die gewöhnliche Kaliphosphatreihe vergleichen, bei der ein Stickstoffmehrertrag auch aus wesentlich anderen Quellen fliessen wird, nämlich aus der Stickstoffsammlung durch Leguminosenknöllchenbakterien, und daher auch andere Bodenumsetzungen bzw. Bodenzustände herrschen werden. Im allgemeinen wird ohnehin aus diesen Gründen die Verwertungsmöglichkeit der beiden Versuche, für wie gegen die von mir hier vertretene Anschauung, beschränkt sein. — Ich gebe nun die betreffenden Zahlenwerte:

Versuch 949, 2. Jahr:

	Gesamternte *dz*	Kalimehrertrag *kg*
Kaliphosphat und Stickstoff	77,8	139,4
„ „ Ätzkalk	72,1	132,8
Weniger durch Ätzkalk:	5,7	6,6

Versuch 950, 2. Jahr:

	Gesamternte *dz*	Kalimehrertrag *kg*
Kaliphosphat und Stickstoff	51,1	138,9
„ „ Ätzkalk	47,9	135,9
Weniger durch Ätzkalk:	3,2	3,0

Mit der Anwendung des Ätzkalkes geht sonach — obwohl die Stickstoffernte nach den weiter oben wiedergegebenen Zahlen durch Ätzkalk sich wesentlich höher stellt, wie durch eine eigentliche Stickstoffgabe in Form von Chilesalpeter, und obwohl es sich um das zweite Jahr des Versuchs handelte, die Ätzkalkgabe sonach schon gründlich zur Wirkung gekommen sein musste — eine Verminderung des Gesamtertrages wie der Kaliernte zusammen, während Stickstoff- und Phosphorsäure sich nicht verringert zeigen. Jedenfalls liegt bei diesen sonst nicht gerade besonders für die hier beabsichtigte Darlegung geeigneten Wiesenversuchen doch eine nicht unerhebliche Annäherung an die von mir verfolgten Verhältnisse vor.

Andere Untersuchungen, die P. Wagner mit Tabak ausführte, würden vielleicht nach mancher Richtung hin weiterführen, da es sich einmal um Gefässversuche handelt, und zweitens der Tabak ein ziemlich ausgeprägtes Bedürfnis für Kali besitzt. Allerdings scheint er an kalkreichen Boden angepasst zu sein. [2]) Leider sind aber nur einzelne Zahlen verwendbar. Ich führe den folgenden Versuch an:

---

[1]) Auch aus anderen Gründen, z. B. des Basenaustauschs halber, der wohl auch besser in der von mir gewählten Vergleichsweise erfasst wird.

[2]) R. Heinrich-O. Nolte, Dünger und Düngen, 7. Aufl., 140 und 144 (1918).

Nr. 222. Die sonstige Düngung mit 4 *g* Kali als Silikat, und 2 *g* Stickstoff war bei beiden Versuchsreihen die gleiche.

	Blätter-mehrertrag[1])	Stengel-mehrertrag	Kali-mehrertrag
	g	*g*	*g*
3 *g* Phosphorsäure als phosphorsaurer Kalk	22,5[2])	69,9	2,276
6 „ desgl.	25,8	71,2	2,218
Durch die stärkere Kalkgabe in Form von 6 *g* Phosphorsäure:	+3,3	+1,3	−0,058

Der Boden war schon an sich für einen Sandboden reich an kohlensaurem Kalk, von dem er 1 vom Hundert enthielt. Auch dieser Umstand dürfte dem Auftreten recht deutlicher Unterschiede Abbruch getan haben. Immerhin liegen die festgestellten Werte zweifellos nach der von mir bislang stets hervorgehobenen Richtung, die Kalkzufuhr hat durch ihr Steigen die Kaliernte herangedrückt.

Deutlicher und auch von dem Versuchsansteller auf die Wirkung des Kalkes zurückgeführt sind Werte, welche A. Stutzer[3]) mitteilt. Bei einem Vergleich des gewöhnlichen Kalksalpeters und des mit gebranntem Kalk versetzten, sog. „Schlösingsalpeter" mit Natronsalpeter zeigte sich für niedrige Gaben vielleicht noch unsicher, dann aber deutlicher werdend, und bei der höchsten Düngung unverkennbar schroff hervortretend, ein auch von Stutzer dem Kalk zugeschriebener Nachteil. Es erbrachte bei der Höchstgabe:

	Mehrertrag an: Körnern	Stroh[4])
Chilesalpeter	42,5	50,9
Der löslichen Kalk zuführende Kalksalpeter	39,3	30,9
Der löslichen Kalk als Nitrat und als gebrannten Kalk in grösserer Menge zuführende Schlösingsalpeter	30,9	31,3

Stutzer erinnert bezüglich dieser Schädigung durch den Kalk an die Loewsche Theorie des Kalkfaktors. Ich sehe natürlich darin eine Wirkung des Kalk-Kali-Gesetzes, und glaube, dass eine Hemmung der Kaliaufnahme eingetreten war. Leider liegen Analysenzahlen, welche diese Ansicht sicherzustellen vermöchten, nicht vor. Dass die Unterschiede nur bei der starken Düngung recht deutlich hervortreten, sonst aber nur versteckt erscheinen, ist wohl auf die Versuchspflanze zurückzuführen. Es ist nämlich *Hafer*, der ein wenig ausgeprägtes Kalibedürfnis besitzt. Zudem musste auch die mit 5 *g* Thomasmehl verabfolgte Grunddüngung schon etwas löslichen Kalk in den Versuch hineinbringen, und so die Deutlichkeit der Ausschläge bei Zuführung der kalkhaltigen Stickstoff-

[1]) Gegenüber ungedüngt.
[2]) Alles Trockenmasse.
[3]) Arbeiten der D. L.-G. 258, 143—146 (1914).
[4]) Gegenüber der Reihe „ohne Stickstoff".

dünger beeinträchtigen, wie sie durch eine Gabe von 2,5 *g* vierzigprozentigen Kalisalzes und sie derart erfolgende Kalizufuhr gleichfalls die Unterschiede zu verwischen geeignet war. Bei dem offenbar stärker an Kalk angepassten Tabak erhielt STUTZER keine entsprechende Schädigung durch steigende Mengen von Schlösingsalpeter, doch wurde dieser in verschiedenen Abschnitten gegeben, und zumeist vereint mit starken Kaligaben. Daher ist von meinem Standpunkt aus auch eigentlich kaum eine schädigende Kalkwirkung zu erwarten gewesen. Die Mitteilungen über diesen Tabakversuch sind auch sonst sehr knapp, so dass man ihm schon deshalb wohl kaum grosse Beweiskraft zuzuschreiben vermag.

M. MAERCKER bietet uns in seinen Versuchen wieder einige Unterlagen für den Beweis meiner Ansicht. Zunächst sei ein Luzerneversuch besprochen.[1])

Es wurde geerntet:

Ohne Kali mit	Für die erste Ernte			Für die zweite Ernte		
	an trockener Masse *g*	Kali °/₀	Kali *g*	an trockener Masse *g*	Kali °/₀	Kali *g*
100 *kg* zitratlösl. Phosphorsäure . . .	45,8[2])	0,90	0,412	22,0	0,84	0,185
200 „ „ „ . . .	57,0	0,67	0,382	29,9	0,70	0,209
Durch die Vermehrung der Kalkgabe infolge Mehranwendung von 100 *kg* zitratlöslicher Phosphorsäure in Form von Thomasmehl wurde geerntet:	+ 11,2	− 0,23	−0,030	+ 7,9	− 0,14	+0,024

Obwohl es sich um die Luzerne handelt, welche bekanntlich am stärksten an hohen Kalkgehalt des Bodens angepasst ist,[3]) und auch noch das Bodenkali in wenigstens mittlerer Weise sich anzueignen vermag, somit nicht als besonders kalihungrig bezeichnet werden kann,[4]) hat die Mehrzufuhr von Ätzkalk in Gestalt des Thomasmehls bei der ersten Ernte den Gehalt an Kali fürs Hundert, ebenso wie die Kaliernte an sich, herabgedrückt, wobei die Ernte an trockener Masse noch gestiegen ist. Auch bei der zweiten Ernte ist trotz Steigens der Ernte an trockener Masse um rund den dritten Teil bei stärkerer Thomasmehldüngung die Kaliaufnahme vom Hundert wieder merklich niedriger, die Kaliernte selbst um nur rund

[1]) M. MAERCKER, Arbeiten der D. L.-G. **33**, 24 (1898).

[2]) Da nur Mittelernten angegeben sind, ist die Berechnung der wahrscheinlichen Schwankungen unmöglich.

[3]) R. HEINRICH-O. NOLTE, Dünger und Düngen, 7. Aufl., 142 (1918); ferner P. WAGNER, Arbeiten der D. L.-G. **96**, 352, 353, auch 350 (1904).

[4]) Im Fall die Luzerne deshalb, weil sie lange auf dem gleichen Felde verbleibt, vor der Aussaat stärker mit Kali gedüngt wird, ist dies natürlich, da es sich auf eine Reihe von Jahren erstreckt, anders aufzufassen, als bei einjährigen Feldfrüchten; vgl. daher W. SCHNEIDEWIND a. a. O. 476 mit Hinblick hierauf.

den 7. Teil, also im Vergleich recht unbedeutend, erhöht.[1]) Ich sehe wohl nicht mit Unrecht hierin einen deutlichen Beweis dafür, dass Düngung mit leichtlöslichem Kalk die Kaliaufnahme zurückdrängt, obwohl die Luzerne durch die bessere Versorgung mit Phosphorsäure wieder gefördert wurde und bei ihrem oben dargelegten, schwächeren Kalibedarf die mässige Zurückdrängung in der Kaliaufnahme noch ohne Nachteil ertragen konnte.

Ob etwa die von MAERCKER dann noch beobachtete bessere Wirkung des Karnallits auf die Ernte an trockener Masse gegenüber dem Kainit bei diesem Versuche, die ständig mit stärkerer Kaliaufnahme zusammengeht, zum Teil darauf zurückzuführen ist, dass der an Schwefelsäure viel reichere Kainit (22,58 % gegenüber 9,18 % beim Karnallit) der die Schwefelsäure ja leichter aufnehmenden Luzerne durch Umsetzung des Kainits mit dem Thomasmehl den leichter in Wasser löslichen Gips reichlicher zur Verfügung stellte, und so durch Kalkaufnahme die Kaliaufnahme gegenüber den Bedingungen beim Karnallit beschränkte, halte ich für zweifelhaft. Ich glaube im Gegenteil, dass wir hier auf die Tatsache zurückzugreifen haben, dass die Löslichkeit eines schwerlöslichen Kalksalzes durch Hinzufügung grösserer Mengen eines Sulfats mehr gefördert wird als durch Zufügung entsprechender Mengen eines Chlorids, worüber am anderen Orte Näheres gesagt ist.[2]) Ich gehe auf diese Umstände hier wesentlich darum ein, um zu zeigen, dass das neue Licht, welches meiner Ansicht nach durch die Feststellung des Kalk-Kali-Gesetzes für unsere Kenntnis der Ernährungsverhältnisse unserer Pflanzen sich verbreiten wird, so manchen bislang dunklen Punkt in unseren Versuchsergebnissen besser erkenntlich machen dürfte.

Weiter wird uns ein Versuch von M. MAERCKER mit *Kleegras*gemisch [3]) führen. In Sandboden mit $2^1/_2$ % Torfzusatz wurde hierbei erhalten:

	I. Schnitt			II. Schnitt			III. Schnitt			Gesamternte	
	Ernte trocken [4])	Kali		Ernte trocken	Kali		Ernte trocken	Kali		Ernte trocken	Kali
	g	%	*g*	*g*	%	*g*	*g*	%	*g*	*g*	*g*
Ohne Kalk . .	24,9 [3])	0,52	0,129	29,4	0,50	0,147	13,3	0,44	0,059	67,6	0,335
3,51 *g* $CaCO_3$	33.2	0,51	0,169	22,5	0,58	0,131	17,4	0,46	0,080	73,1	0,380
17,55 „ „	31,8	0,41	0,130	18,0	0,63	0,113	14,2	0,50	0.071	64,0	0,314
6,21 „ $CaSO_4$	10,1	0,68	0,069	20,5	0,74	0,152	13,9	0,48	0,067	44,5	0,288

[1]) Dass die Luzerne bei der schwächeren Phosphatdüngung einen Luxusverbrauch mit Kali getrieben haben sollte, erscheint an der Hand der niedrigen Kaligehalte vom Hundert, — E. WOLFF gibt in der „Düngerlehre", 12. Aufl., 239 (1882) für trockene Luzerne 1,46 % Kali an —, nicht wahrscheinlich.

[2]) Vgl. unten.

[3]) M. MAERCKER, Arbeiten der D. L.-G. **67**, 82 (1902).

[4]) Da nur Mittelernten angegeben sind, so ist die Berechnung der wahrscheinlichen Schwankungen unmöglich.

Für Schnitt I und II treten die meiner Ansicht nach gesetzmässigen Erscheinungen mit voller Deutlichkeit hervor. Die Gabe von 3,51 *g* kohlensaurem Kalk konnte, solange die Pflanzen jung waren, entsprechend der noch schwachen Bildung von Kohlensäure nur geringere Mengen leichtlöslichen Kalkes in die Bodenlösung entsenden. Daher finden wir eine, dem Kalkbedürfnis des Klees entsprechende, günstige Wirkung, und durch Basenaustausch, oder auch verstärkte Wurzelbildung eine um ein Geringes stärkere Kaliaufnahme. Sobald aber eine grössere Menge von als Dünger verabfolgtem kohlensauren Kalk durch vermehrte Oberflächendarbietung löslichen Kalk in grösserer Menge in die Bodenflüssigkeit gelangen lässt, bei 17,55 *g* kohlensaurem Kalk, tritt alsbald der kleineren Kalkmenge gegenüber die Herabdrückung der Kaliaufnahme hervor. Für den Gips kommen vermutlich im Anschluss an die von B. Tacke klargelegten Verhältnisse Schädigungen durch den Torf in Wechselwirkung mit Gips in Betracht. Diese Werte sind für uns also nicht zu beachten.[1]

Bei der zweiten Ernte ist mittlerweile, der verstärkten Wurzelbildung und damit zunehmenden Kohlensäureerzeugung nach, die schädigende Wirkung auch der kleineren Kalkgabe deutlich geworden, die der grösseren Kalkgabe sogar recht namhaft hervorgetreten.[2] Die dritte Ernte mit ihren geringen Werten und wohl innerhalb der Fehlergrenzen liegenden Schwankungen ist bei dem Fehlen der Einzelwerte und damit auch der wahrscheinlichen Schwankungen der Durchschnittszahlen kaum irgendwie zu verwenden. Aber erster und zweiter Schnitt wird nicht wohl anders, als in dem Sinne der von Anbeginn an von mir vertretenen Anschauungen gedeutet werden können. Dabei ist nicht zu vergessen, dass Klee eine wenig kalibedürftige Pflanze ist und erheblich an Kalk angepasst erscheint.[3] Daher ist der Klee wenig zur scharfen Herauskehrung der hier verfolgten Verhältnisse geeignet.

Noch ungünstiger stellen sich in dieser Richtung zwei weitere Versuche Maerckers dar, da sie mit Hafer und Kartoffeln, diesen das Bodenkali vorzüglich ausnutzenden und mindestens, was den Hafer anbelangt, weniger kalibedürftigen Pflanzen angesetzt sind. Die Kartoffel bedarf zwar der Kaliversorgung im stärkeren Maße, bietet aber durch ihre starke Wurzelbildung und lange Wachstumszeit in Vegetationsgefässen mancherlei Gründe für grössere Unabhängigkeit von einer etwaigen Hemmung der Kaliaufnahme durch Kalk. Zudem gehört sie doch auch nicht zu den Pflanzen, die bei mässigen Ernten ein besonderes Kalibedürfnis aufweisen.

Zunächst sei der *Hafer*versuch[4]) kurz besprochen:

Wie man sich denken kann, zeigt auf dem Sand-Torfgemisch die Beigabe der Düngung von 3,51 *g* kohlensaurem Kalk keine Schädigung. Korn-

---

[1]) Vgl. unten S. 54, Anm. 1, 2, 3.

[2]) Vgl. auch oben 33 u. f.

[3]) W. Schneidewind, a. a. O. 476; P. Wagner, Arbeiten der D. L.-G. 96, 351, 353 (1904); auch noch R. Heinrich-O. Nolte, a. a. O. 142.

[4]) M. Maercker, Arbeiten der D. L.-G. 67, 87 (1902)

und Stroherente sind vermehrt, die Kaliaufnahme wohl durch Basenaustausch oder Aufschliessung anderer Art um rund 50 *mg* gesteigert, dagegen bringt die höhere Gabe von kohlensaurem Kalk wieder eine Kaliminderaufnahme:

	Ernte:		Kali:			
	Korn	Stroh	Korn		Stroh	
	g	*g*	%	*g*	%	*g*
Ohne kohlensauren Kalk	25,6	65,2	0,49	0,125	0,22	0,143
Mit 17,6 *g* **kohlensaurem Kalk** . . .	43,9	68,2	0.40	0.175	0,16	0,109
Durch Kalkgabe:	+ 18,3	+ 3,0	— 0,09	+ 0,050	— 0,06	— 0,034

Mit anderen Worten, das bekanntlich auf die Kaliernährung am empfindlichsten reagierende Stroh zeigte sich hier durch die Kalkgabe trotz einer kleinen Vermehrung an Masse, sowohl im Kaligehalt aufs Hundert, wie dem Gesamtgehalt an Kali nach etwas herabgedrückt. Ist dies Ergebnis auch nicht ein besonders schlagendes, so mag es immerhin doch noch der Erwähnung wert sein. Mit einer gewissen Hemmung der Kaliaufnahme scheint es meiner Meinung nach noch durchaus zu vereinen zu sein, wenn auch die Kalkversorgung sonst in der einen oder anderen Richtung, z. B. auch nach der Zersetzung des beigegebenen Torfes hin, oder für die physikalische Beschaffenheit des Bodens, günstig gewirkt haben dürfte. Leider ist auch bei diesem Haferversuch kein Urteil über die Schwankungen in den Einzelernten der drei Vergleichsgefässe möglich, da die nötigen Angaben fehlen. Dies macht sich noch sehr viel störender bei dem nun zu erwähnenden *Kartoffel*versuch[1]) geltend, der nur 4 Vergleichsgefässe mit je 1 Kartoffel auf je 9 *kg* Sand mit Torfzusatz besitzt. Schon dieser Umstand, dann aber natürlich das Fehlen eines jeden Urteils über die hier ganz gewiss sehr bedeutenden Ernteschwankungen machen den Kartoffelversuch für mich im Wert recht zweifelhaft, wozu eine sehr eigenartige, fördernde Wirkung der Gipsdüngung auf das Wachstum des Kartoffelkrautes hinzukommt. Trotzdem ist immerhin bei 2 Reihen eine Annäherung an die von mir verfolgten Bedingungen zu beobachten, und auch sonst weist das Kartoffelkraut, das ja die Verhältnisse der Kaliernährung am deutlichsten wiederspiegelt,[2]) überall die zu erwartenden Erscheinungen auf, während freilich die Gehalte für die Knollen abweichen.

Man vergleiche:

	Lufttrockene Knollen	Lufttrockenes Kraut	Kali			
			in den Knollen		in dem Kraut	
	g	*g*	%	*g*	%	*g*
Ohne kohlensauren Kalk . .	97,2	112,5	1,16	1,128	0,66	0,743
Mit 5,3 *g* kohlensaurem Kalk	102,7	110,4	1,01	1,037	0,60	0,662
Kohlensaurer Kalk brachte also:	+ 4,5	+ 2,1	— 0,15	— 0,091	— 0,05	— 0,081

[1]) M. MAERCKER, a. a. O. 90/91.

[2]) W. SCHNEIDEWIND, Arbeiten der D. L.-G. 193, 159 (1911).

Hier folgen die Erscheinungen den nach meiner Ansicht massgebenden Verhältnissen. Bei der nun folgenden Reihe mit 26,3 *g* kohlensaurem Kalk findet sich dagegen die Verminderung des Kaligehaltes nur für das Kartoffelkraut, und zwar hier bei

Kraut ohne kohlensauren Kalk mit 112,5 *g* lufttrockener Masse, 0,66 % und 0,743 *g* Kali,

Kraut mit 26,3 *g* kohlensaurem Kalk mit 93,3 *g* lufttrockener Masse, 0,48 % und 0,444 *g* Kali.

Die Knollen weisen geringe Vermehrungen der Kaligehalte und Kaliernten auf, was sich zum Teil auf dem Wege erklären kann, dass die ohne Kalk verbliebene Reihe doch dadurch, dass in der Grunddüngung 2 *g* wasserlösliche Phosphorsäure mit wahrscheinlich nicht ganz wenig löslichem Kalk gegeben wurden, ohnehin bereits in gewisser Hinsicht auch ihrerseits den Anfang einer Kalkschädigung gezeigt haben dürfte. —

SCHNEIDEWIND bietet uns in den mit seinen Mitarbeitern durchgeführten Versuchen verschiedene Möglichkeiten, den bereits oben nach STUTZERS Erfahrungen geschilderten Kalkwirkungen des Kalksalpeters nachzugehen. Freilich fehlen auch hier häufig die Kaligehalte der Ernten, so dass die Zahlen für meine Beweisführung nicht als ganz schlüssig angesehen werden können.[1])

Man vergleiche z. B. Pflanze *Hafer:*

	Mehrertrag[2]) für			
	schwächer adsorbierenden Boden		stärker adsorbierenden Boden	
	Grunddüngung enthält 1,62 *g* Kali		Grunddüngung enthält 1,17 *g* Kali	
	Korn *g*	Stroh *g*	Korn *g*	Stroh *g*
Natronsalpeter	56,5	83,1	70,3	60,6
Kalksalpeter	56,5	83,9	63,6	48,3
Durch den Kalk:	±0	±0,8	— 6,7	— 12,3

Bei der reichlicheren Kaliversorgung hat der ohnehin für knappere Kalizufuhr nicht so sehr empfindliche Hafer auf dem Kali weniger festlegenden Boden keine Benachteiligung durch den Kalk des Kalksalpeters aufgewiesen. Ist die Kaliversorgung aber eine schwächere und legt der Boden das Kali stärker fest, so tritt doch schon ein ganz merkbarer Minderertrag auf, dessen Kalimindergehalt nachzuweisen leider die fehlenden Analysenzahlen nicht gestatten.

Ein *Kartoffel*versuch SCHNEIDEWINDS, bei dem die Mineralstoffgehalte festgestellt wurden, ist zu meinem grossen Bedauern für mich nicht gut verwendbar, da die Grunddüngung ausser 10 *g* kohlensaurem Kalk noch

[1]) M. SCHNEIDEWIND, Arbeiten der D. L.-G. **146**, 4 und 6 (1908).
[2]) Gegen „ohne Stickstoffdüngung“.

1 *g* zweifellos an Kalk gebundene, wasserlösliche Phosphorsäure enthielt, vielleicht auch noch Gips, während zu dem schwach adsorbierenden Boden reichlich gegebenes Kali mit der Eigenschaft der Kartoffel[1]) selbst vereint, auch noch dahin wirken musste, die hier ins Auge gefasste Wirkung zurücktreten zu lassen, die Kalksalpeter etwa Natronsalpeter gegenüber ausüben könnte. Dagegen ist in Feldversuchen SCHNEIDEWINDS bei der viel stärker auf die Kaliaufnahme angewiesenen *Gerste*[2]) diese Wirkung, die der Kalksalpeter durch seinen leichtlöslichen Kalk in schädigender Richtung ausübt, besser zu beobachten.[3]) Von 4 Versuchsböden zeigt sich auf dreien bei Gerste der Kalksalpeter im Durchschnitt um 15 vom Hundert im Kornmehrertrag niedriger, im Strohmehrertrag um nicht ganz 4 vom Hundert. Mit einer kleinen Abweichung bei einem Strohertrag ist die Ernte stets beim Kalksalpeter niedriger. Der 4. Versuchsboden, schwerer Lösslehm, hat überhaupt Mehrerträge nicht gebracht. Bei den gleichfalls geprüften Pflanzen, *Kartoffel* und *Rübe*, findet SCHNEIDEWIND etwa die gleiche Wirkung beider Salpeterformen. Ohne dass ich geneigt wäre, die Bedeutung von Feldversuchen für die hier zu behandelnde Frage zu überschätzen, muss ich doch sagen, dass ich die sich bei Gerste bemerkbar machenden Nachteile des Kalk in den Boden bringenden Kalksalpeters gegenüber den beiden ihr Kali ungleich leichter aus dem Boden entnehmenden Wurzelfrüchten hervorheben zu müssen glaubte, von denen die Zuckerrübe sich das Kali ja ganz besonders leicht zu erschliessen vermag.[4])

[1]) W. SCHNEIDEWIND, Arbeiten der D. L.-G. **193**, 159 (1913); vgl. auch Anm. 4 auf dieser Seite.

[2]) W. SCHNEIDEWIND, Ernährung der landw. Kulturpflanzen, 2. Aufl., 469 (1917); derselbe, Arbeiten der D. L.-G. **193**, 168 (1911); P. WAGNER, Arbeiten der D. L.-G. **96**, 351—53 (1904); R. HEINRICH-O. NOLTE, Dünger und Düngen, 141 (1918); H. QUANTE, Die Gerste, 129, Berlin (1913). Dass übrigens auch noch die einzelnen Gerstensorten in ihrer Fähigkeit, Kali aufzunehmen, nicht unerhebliche Verschiedenheiten aufweisen, zeigt u. a. A. ATTERBERG, Journal für Landwirtschaft **51**, 168—69 (1903). Alte nordische Landsorten erschienen z. B. besser befähigt, sich das schwerer aufnehmbare Bodenkali anzueignen, als neuere und ausländische Gerstenvarietäten. Ganz besonders dazu ungeeignet erwies sich eine japanische, nackte Gerste. TH. REMYS Versuche, Blätter für Gerste-, Hopfen- und Kartoffelbau **1**, 48, 70, 97 (1899), bringen zum Teil hiervon abweichende Ergebnisse, indem nach ihnen die Chevalier-Gersten ein grösseres Aneignungsvermögen für das Bodenkali besitzen, als die Imperial- und Landsorten. Doch verhält sich die märkische vierzeilige Gerste den Chevalier-Gersten ähnlich. Bezüglich der von ihm geprüften Nacktgerste findet REMY eine normale Ausbildung bei blosser Versorgung durch das Bodenkali, hier ist diese Sorte offenbar gut zur Bodenaufschliessung befähigt bzw. ihr Kalibedarf ist geringer. Ähnlich ihr verhielten sich schlesische Land- und Frankengerste, dann noch, wenn auch weniger, Hanna- und Selchower Gerste. Wir sehen, dass schon die Sorteneigenschaften allerlei Verschiedenheiten im Kalibedarf mit sich bringen.

[3]) W. SCHNEIDEWIND, Arbeiten der D. L.-G. **146**, 104 (1908); derselbe, Landw. Jahrb. **39**, Ergbd. **3**, 95 (1910).

[4]) Vgl. P. WAGNER, Arbeiten der D. L.-G. **96**, 351 (1904); ebendort 353; R. HEINRICH-O. NOLTE, Dünger und Düngen, 7. Aufl., 143 (1918); W. SCHNEIDEWIND, Ernährung der landw. Kulturpfl., 2. Aufl., 404 (1917); ebendort 433; derselbe, Arbeiten der D. L.-G. **193**, 159 (1911).

Ein anderer Versuch von SCHNEIDEWIND[1]) bietet uns wohl bessere Unterlagen.

Zunächst seien die Ergebnisse, soweit sie für uns in Betracht kommen, zusammengestellt:

	Erster Schnitt			Zweiter Schnitt		
	Trocken-ernte	Kaligehalt		Trocken-ernte	Kaligehalt	
	g	%	g	g	%	g
Kalifreie Grunddüngung ohne Kalk . .	24,9	0,52	0,129	29,4	0,50	0,147
Desgleichen, aber mit 2 g CaO als kohlensaurer Kalk	33,2	0,51	0,169	22,5	0,58	0,131
Desgleichen, aber mit 10 g CaO als kohlensaurer Kalk	31,8	0,41	0,130	18,0	0,63	0,113

	Dritter Schnitt			Gesamternte	
	Trocken-ernte	Kaligehalt		Trocken-ernte	Kali-gehalt
	g	%	g	g	g
Kalifreie Grunddüngung ohne Kalk .	13,3	0,44	0,059	67,6	0,335
Desgleichen, aber mit 2 g CaO als kohlensaurer Kalk	17,4	0,46	0,080	73,1	0,380
Desgleichen, aber mit 10 g CaO als kohlensaurer Kalk	14,2	0,50	0,071	64,0	0,314

Das zum Versuch herangezogene *Kleegras*gemisch zeigt beim ersten Schnitt eine Ertragssteigerung durch die Kalkdüngung, was nicht besonders überraschen kann, da der Klee ja stark an Kalk angepasst ist. Immerhin ist diese Steigerung, soweit man bei dem Mangel der Mitteilung jeder Einzelernte zu urteilen vermag, bei 10 *g* schon merkbar heruntergedrückt, und zwar nicht nur beim Ernteertrag an trockener Masse, sondern noch stärker für den Kaligehalt und den Ertrag an Kali. Bei der zweiten Ernte muss sich entsprechend der gesteigerten Kohlensäureerzeugung und der hierdurch vermehrten, lösenden Wirkung der Bodenflüssigkeit auf das Karbonat die Schädigung der Ernte durch den Kalk in dem von mir hier stets verfolgten Sinne noch deutlicher zeigen, und dies ist auch zweifellos der Fall. Die Kaligehalte entsprechen dem im wesentlichen,[2]) ganz besonders die Kaliernten. Hierbei mag vielleicht noch darauf hingewiesen sein, dass wahrscheinlich der Einfluss einer mehrfachen Düngung mit löslicher Phosphorsäure durch die mit dieser vereinte Menge löslichen Kalkes die Ergebnisse des Versuchs in der von mir beobachteten Richtung ein wenig verdunkelt haben wird, da derart bereits die Reihe „ohne Kalk“ merkbare Mengen leichtlöslichen Kalkes aufnehmen musste. Und weiter glaube ich, dass man sich an der geringfügigen Erhöhung der Kaliernte vom Hundert beim zweiten Schnitt nicht stossen darf.[3]) Ich stellte mir vor, dass dem chemischen Massenwirkungsgesetz entsprechend, und von ihm bedingt, eine grössere Menge von der Pflanze aufgenommen

[1]) SCHNEIDEWIND und RINGLEBEN, Landw. Jahrb. 33, 354 (1904).

[2]) Vgl. oben 33 u f.

[3]) Ebendort.

Kalkes dort bestimmte, die Kaliaufnahme hemmende und derart der Pflanze nachteilige Wirkungen ausübt. Dabei kommt es somit nicht so sehr auf die absoluten Gehalte der Pflanze an Kali und Kalk an, sondern auf deren gegenseitiges Verhältnis. Eine grössere Kalimenge, die einer sehr grossen Kalkaufnahme gegenübersteht, muss demnach in der Pflanze weniger nützlich zu wirken in der Lage sein, als eine kleinere Kalimenge bei geringer Kalkaufnahme. So ist es durchaus möglich, dass eine bei den von mir hier und früher angeführten Versuchen gelegentlich zu beobachtende Steigerung des Kaligehalts vom Hundert doch nicht zu einer günstigen Wirkung führen muss, weil eben, was leider mangels dahingehender Analysen oft nicht beweisbar ist, aber nach Lage der Dinge jedenfalls für jeden Leser durchaus wahrscheinlich sein wird, die Pflanze mit erheblichen Kalkmengen überschwemmt, und so trotz ein wenig grösserer Kaliaufnahme aufs Hundert doch durch einen von der zu grossen Kalkversorgung bedingten, relativen Kalimangel geschädigt wurde.

Die im Versuch noch vorhandene Reihe mit Gipsdüngung ist leider für meine Zwecke nicht verwertbar, obwohl sie eine erhebliche Schädigung aufweist. Nach den weiteren Versuchen von D. MEYER,[1] die B. TACKE [2] erst richtig zu deuten vermochte, und weiteren Hinweisen von mir selbst,[3] kommen besondere Benachteiligungen in Betracht, die zwar eine Kalkschädigung in meinem Sinne gewiss nicht ausschliessen, immerhin aber die Sachlage zu sehr verdunkeln, als dass man die Werte zu einem Beweis für meine Ansichten heranzuziehen vermöchte. Dagegen wäre nun die Wirkung einer Kalibeigabe auf die soeben als ein wenig nachteilig ermittelte Wirkung der Kalkung zu betrachten. Wir wählen eine Reihe mit 1 Ztr. Kaliumchlorid auf den Morgen, fürs Gefäss entsprechend 1,182 *g* Kali:[4])

	Erster Schnitt			Zweiter Schnitt		
	Ernte trocken	Kaligehalt		Ernte trocken	Kaligehalt	
	g	%	*g*	*g*	%	*g*
Ohne Kalk mit Chlorkalium	55,6	1,27	0,706	46,8	0,72	0,337
2 *g* CaO[5]) mit Chlorkalium	65,0	1,12	0,728	41,4	0,75	0,311
10 *g* CaO mit Chlorkalium	67,5	1,00	0,675	44,6	0,75	0,335

	Dritter Schnitt			Gesamternte	
	Ernte trocken	Kaligehalt		Ernte-trocken	Kali-gehalt
	g	%	*g*	*g*	*g*
Ohne Kalk mit Chlorkalium	34,4	0.54	0.186	136,8	1.229
2 *g* CaO mit Chlorkalium	38,4	0,50	0,192	144.8	1,231
10 *g* CaO mit Chlorkalium	35,8	0,50	0,179	147,9	1,189

[1]) FÜHLINGS landw. Zeitung 54, 263 (1905); vorher schon Landw. Jahrb. 29, 957 (1900); ebendort 30, 619 (1901).

[2]) FÜHLINGS landw. Zeitung 54, 331 (1905).

[3]) P. EHRENBERG, Landw. Versuchsstationen 72, 15 (1910).

[4]) Landw. Jahrbücher 33, 356/7 (1904).

[5]) Hier wie sonst bei diesem Versuch ist der Kalk als Karbonat gegeben.

Obwohl hier somit die Kalkung zumeist eine Erntevermehrung gebracht hat, ist doch der Kaligehalt vom Hundert nahezu stets unter ihrem Einfluss zurückgegangen, ganz der von mir hier vertretenen Ansicht entsprechend. Und trotz einer für adsorptionsschwachen Sand ziemlich reichlich bemessenen Kalidüngung ist auch die Kaliernte des ersten wie des zweiten Schnittes wenigstens mehrfach merkbar verringert. Dabei muss man noch in Betracht ziehen, dass die Versuchspflanze, zumal als ein Gemisch verschiedener Gewächse, unter denen der kalkbedürftige Klee keine geringe Rolle spielt, für meine Zwecke recht wenig geeignet war. Das gleiche gilt leider für die zweite der benutzten Versuchspflanzen, den *Hafer*.[1]) Ich gebe die entsprechenden Zahlen:

	Kornernte			Stroherntе			Gesamternte	
	Ernte trocken	Kaligehalt		Ernte trocken	Kaligehalt		Ernte trocken	Kaligehalt
	g	%	*g*	*g*	%	*g*	*g*	*g*
Ohne Kalk, ohne Kali . . .	25,6	0,49	0,125	65,2	0,22	0,143	90,8	0,268
2 *g* CaO ohne Kali[2]). . . .	36,6	0,41	0,150	72,2	0,24	0,173	108,8	0,323
10 *g* CaO ohne Kali	43,9	0,40	0,175	68,2	0,16	0,109	112,1	0,284
Ohne CaO mit Chlorkalium .	71,4	0,50	0,357	126,4	0,47	0,594	197,8	0,951
2 *g* CaO mit Chlorkalium . .	85,9	0,45	0,386	126,0	0,40	0,504	211,9	0,890
10 *g* CaO mit Chlorkalium .	88,2	0,45	0,397	127,0	0,31	0,394	215,2	0,791

Ungeachtet des Umstandes, dass die Kalkzufügung offenbar in dem Sand-Torf-Gemisch dem Hafer bei seiner geringen Empfindlichkeit gegen Kalkdüngung vom Standpunkt der Kaliversorgung aus Nutzen gewährte, finden wir ständig ein recht merkbares Sinken des Kaligehalts vom Hundert unter dem Einfluss der steigenden Kalkgaben, und auch die Kaliernten selbst fallen wenigstens beim Stroh, das bekanntlich die Verhältnisse besonders deutlich wiederspiegelt, recht deutlich mit der Zunahme der Kalkversorgung. Sogar bei einer auf 3 Ztr. für den Morgen, gleich 3,546 *g* fürs Gefäss, gesteigerten Kaligabe zeigt sich beim Stroh die den Kaligehalt vom Hundert wie die Kaliernte zurückdrängende Wirkung des Kalks, da wir verzeichnen:

Ohne Kalk	1,14 % Kali und	1,647 *g*	Kali im Stroh.
2 *g* CaO	1,03 „ „ „	1,465 „	„ „ „
10 *g* CaO.	0,97 „ „ „	1,382 „	„ „ „

Ähnlich ergibt sich bei einem entsprechend durchgeführten *Kartoffel*versuch für das Kraut, das auch hier die Verhältnisse am deutlichsten zeigt, mit Steigen des Kalkes ein wesentliches Zurückgehen des Kaligehalts:[3])

[1]) a. a. O. 360, 361.

[2]) Als Karbonat, ebenso weiterhin.

[3]) a. a. O. 364/65.

Ohne Kalk .	0,66 %	und 0,743 g Kali,	dgl.	mit	Chlorkalium		1,43 %	und	1,838 g	Kali.
2 g CaO . .	0,60 „	„ 0,662 „ „	„	„	„		1,00 „	„	1,146 „	„
10 g CaO . .	0,48 „	„ 0,444 „ „	„	„	„		0,91 „	„	1,016 „	„

Ein Versuch von D. MEYER[1]) sei weiter hier angeführt, obwohl er leider Kalibestimmungen nicht bringt. Doch sind dafür Kalkbestimmungen gemacht worden, so dass man die im Anschluss an eine Kalkdüngung stattfindende Kalküberschwemmung der Pflanze gut wahrnehmen kann, was hier im Zusammenhang nützlich sein mag. Benutzt wurde die sehr kalkbedürftige *Möhre.* Andere Versuchsreihen, die mit Roggen, Hafer, Raigras und Serradella zur Durchführung gelangten, sind leider nicht veröffentlicht worden, „da die durch Kalk erzielten Mehrerträge nur verhältnismässig gering waren".[2]) — *Wie häufig wird bei Gefässversuchen mit Kalk gerade dann, wenn sich eine Kalkschädigung in meinem Sinne geltend machte, von einer Veröffentlichung des „misslungenen" Versuchs abgesehen worden sein!*

Man darf wohl annehmen, dass bei Versuchsanstellern, die nicht gewöhnt sind, unter Beschränkung ihrer Versuchstätigkeit auf verhältnismässig wenige Reihen jedem Versuch eine ganz besondere Beachtung und eingehende Durcharbeitung zu widmen, dies stets der Fall gewesen sein wird, vermutlich häufig bereits im Laufe der Entwicklung. Konnte ich doch auch bei einer freilich andersartigen Erscheinung sowohl selbst, wie bei der Durcharbeitung von anderer Seite her veröffentlichter Arbeiten die gleiche Beobachtung machen.[3]) — Doch zurück zu unserem Versuche:

Boden	Wurzeln			Kraut			Gesamternte	
	Trockenernte	Kalkgehalt		Trockenernte	Kalkgehalt		Trockenernte	Kalkgehalt
	g	%	g	g	%	g	g	g
Sand mit 2½ % Torf, ohne Kalk.	70,8	0,42	0,30	22,0	1,00	0,22	92,8	0,52
Dgl. mit 7,5 g CaO als kohlensaurer Kalk	165,9	0,59	0,98	40,5	2,22	0,90	206,4	1,88
Dgl. mit 15 g CaO als kohlensaurer Kalk	125,7	0,85	1,07	37,8	2,33	0,88	163,5	1,95

Obwohl auch die Reihe ohne Kalk durch eine 2 g Phosphorsäure als Doppelsuperphosphat enthaltende Grunddüngung bereits leichtlöslichen Kalk erhalten hatte, zeigt sich doch deutlich, dass die starke, viel Kalk

[1]) Landw. Jahrb. 33, 384 (1904).

[2]) a. a. O. 385, Anm. 1.

[3]) Landw. Versuchsstationen 72 (1910); an anderem Orte, Landw. Jahrb. 40, 301 (1911), schreibt O. LEMMERMANN: „Die Ernten des Jahres 1905 zeigten eine Schädigung infolge der Kalkdüngung, für die wir keine Erklärung haben, wir haben daher diese Resultate nicht in die Tabelle aufgenommen." Also auch hier das oben hervorgehobene Verfahren!

in die Bodenlösung bringende[1]) Kalkgabe von 15 *g* sowohl bei der Kraut- wie bei der Wurzelernte bereits die Grenzen einer nützlichen Vermehrung der Kalkmenge des Bodens auch für die reichliche Kalkmengen beanspruchende Möhren überschritten hatte. Wäre eine Kalianalyse vorhanden, so würde sich auch gewiss eine entsprechende Verminderung der Kaliaufnahme bemerkbar machen, wie sie durch die oben weitgehend nachgewiesene Überschwemmung der Möhren mit Kalk wahrscheinlich gemacht wird. Wir haben hier gewissermassen das Gegenstück zu manchen der früheren Versuche, für die wir nur die Kaliwerte ohne die Kalkzahlen aufzuführen vermochten.

Versuche von O. LEMMERMANN und seinen Mitarbeitern sind hier zum Teil deshalb erwähnenswert, weil sie nicht nur in dem von mir hervorgehobenen Sinne eine Kalkwirkung unter Zurückdrängung der Kaliaufnahme zeigen, sondern auch die zugehörigen Kalkgehalte analytisch nachgewiesen sind. Ich verzeichne:[2])

Versuch Schenkendorfer Weg 1907.

Sommergerste	Korn					Stroh					Gesamternte		
	Ernte	Kaligehalt		Kalkgehalt		Ernte	Kaligehalt		Kalkgehalt		Ernte	Kali	Kalk
	g	%	*g*	%	*g*	*g*	%	*g*	%	*g*	*g*	*g*	*g*
Kalksteinmehl u. Magnesit . .	29,15	0,695	0,203	0,090	0,026	55,37	2,791	1,545	0,791	0,438	84,52	1,748	0,464
Ohne Kalk .	21,98	0,720	0,158	0,119	0,026	57,76	2,958	1,709	0,748	0,432	79,74	1,867	0,458
Durch Kalk:	+7,17	−0,025	+0,045	−0,029	±0,000	−2,39	−0,167	−0,157	+0,048	+0,006	+4,78	−0,119	+0,006

Durch die recht beträchtliche Kalkgabe von 45,02 *g* CaO in Form von Kalksteinmehl und 10,08 *g* MgO als Magnesit[3]) ist somit in der zu erwartenden Art und Weise die Kalkaufnahme zurückgedrängt worden, was sowohl im Gehalt vom Hundert, wie in der Kaliernte bei dem die Verhältnisse ja stets am besten zeigenden Stroh klar zu erkennen ist. Die weniger zur Kaliaufschliessung befähigte Sommergerste musste ja derartige Erscheinungen in Aussicht stellen. Dagegen ist es ja sehr auffällig und eigentlich mit den von LEMMERMANN sonst aus seinen Versuchen gezogenen Schlussfolgerungen nicht übereinstimmend,[4]) dass die starke Kalkung die Kalkaufnahme doch nur verhältnismässig wenig gefördert

---

[1]) Auch die kleinere Kalkgabe würde an und für sich bereits zur Sättigung der Bodenlösung ausreichen. Der Unterschied ist aber der, dass die der Bodenlösung die doppelte Oberfläche bietende grössere Kalkgabe sehr viel rascher den Kalkgehalt der Bodenlösung erhöht, während die Erreichung einer Sättigung derselben aus Gründen der nur recht langsam verlaufenden Diffussion u. dergl. zumeist längere Zeit auf sich warten lassen dürfte. Die Wirkungen des täglichen Begiessens der Vegetationsgefässe kommen auch in Betracht. Vgl. unten S. 126 u. f.

[2]) Landw. Jahrbücher 40, 192 (1911).

[3]) Ebendort 185.

[4]) Ebendort 312.

hat. Sobald aber die Erhöhung des, wie oben erwähnt, besonders massgebenden Kalkgehaltes vom Hundert beim Stroh eingesetzt hat, ist auch die Herabdrückung des Kaligehaltes da, wie dies nach meiner Ansicht zu erwarten ist. Bei dem entsprechenden Versuch mit *Hafer* fehlt eine mässige Steigerung des Kalkgehaltes für das Stroh zwar auch nicht, indes kann der auf Behinderung der Kalizufuhr weniger stark reagierende Hafer deshalb doch noch keine Verminderung seiner Kaliaufnahme aufweisen, zumal sich die Steigerung der Kalkaufnahme auch nur in recht mässigen Grenzen hält. Anders liegt die Sache, wenn eine wirklich erhebliche Vermehrung der Kalkaufnahme vorliegt, wie bei einem zweiten Versuch LEMMERMANNS, der an gleichem Ort zu finden ist.

Versuch Prüfer Amt Dahme 1907.

Hafer	Korn					Stroh					Gesamternte		
	Ernte	Kaligehalt		Kalkgehalt		Ernte	Kaligehalt		Kalkgehalt		Ernte	Kali	Kalk
	g	%	*g*	%	*g*	*g*	%	*g*	%	*g*	*g*	*g*	*g*
Düngung Kalksteinmehl und Magnesit .	42,13	0,509	0,214	0,131	0,055	50,98	2,671	1,362	0,919	0,469	93,11	1,576	0,524
Ohne Kalk .	44,71	0,663	0,296	0,134	0,060	54,65	2,754	1,505	0,787	0,430	99,36	1,801	0,490
Durch Kalk:	−2,58	−0,154	−0,082	−0,003	−0,005	−3,57	−0,083	−0,143	+0,132	+0,039	−6,25	−0,225	+0,034

Hier zeigt sich auch beim Hafer, da der Kalkgehalt des wesentlich in Betracht kommenden Strohes durch die Kalkdüngung[1]) doch um etwa $^1/_7$ zugenommen hat, eine merkbare Zurückdrängung der Kaliernte wie des Kaligehalts vom Hundert.

Der weitere Versuch mit *Sommergerste* auf dem gleichen Boden Prüfer bietet uns gleichfalls die Zurückdrängung der Kaliernte durch die Kalkdüngung in recht merkbarem Umfange; dass nach der vorhandenen Untersuchung indes die sehr erhebliche Kalk- und Magnesiadüngung zu einer Verminderung der diesbezüglichen Kalk- und Magnesiaaufnahme geführt hat, erscheint als so auffällig, dass ich diesen Versuch nicht als für mich verwertbar ansehen möchte. Einen anderen Versuch endlich, bei dem Gerste durch Kalkung geschädigt wurde,[2]) hat man leider ausgeschaltet, wie das nicht selten auch bei anderen Versuchen geschehen sein wird.

Eine grössere Versuchsreihe von J. HANSEN und H. NEUBAUER und ihren Mitarbeitern bringt wieder Feldversuche, und zwar leider solche, deren Vergleichsstücke zumeist keine befriedigende Übereinstimmung aufzuweisen vermögen, wie mehrfach in der fraglichen Arbeit zum Ausdruck kommt.[3]) Es ist aber doch versucht worden, die Zahlenwerte hier zu be-

---

[1]) Mit 92,98 *g* CaO als Kalksteinmehl und 35,32 *g* MgO als Magnesit. Vgl. Landw. Jahrbücher **40**, 186 (1911).

[2]) Ebendort 301.

[3]) Arbeiten der D. L.-G. 228, 121, 123, 124, 125, 127 (1912).

sprechen, um zu prüfen, ob wenigstens eine häufige oder annähernde Übereinstimmung der etwa noch sicher zu ermittelnden Tatsachen mit meinen Anschauungen zu verzeichnen wäre.

Die Kalkdüngung wurde 1905 gegeben, dann ist bis 1909 die Nachwirkung verfolgt worden. Bei der Versuchspflanze des ersten Jahres, *Hafer*,[1]) findet sich keine die Kaliaufnahme beeinträchtigende Wirkung des Kalkes. Eine solche ist ja gerade auch bei dieser Pflanze wenig wahrscheinlich, wie bereits häufig ausgeführt werden konnte. Besonders aber war nicht zu erwarten, dass die erst am 27. April verabfolgte Kalkdüngung so rasch in die Lage gelangen konnte, ihre Wirkung zu äussern. Da die Haferernte schon am 10. August erfolgte, so hatte die Kalkdüngung etwa nur drei Monate für ihre Auswirkung Zeit, in Wirklichkeit aber natürlich erheblich weniger, da die Nährstoffaufnahme besonders in den ersten Entwicklungswochen wichtig ist.

Im zweiten Jahr ist die Versuchspflanze die *Zuckerrübe*. Zwar verwertet diese Pflanze das ihr gebotene Kali am höchsten, sie hat aber auch ziemlich starkes Bedürfnis nach dem genannten Pflanzennährstoff, und gerade im Jahre nach einer Kalkdüngung mit 40 *dz* vom Hektar wäre am Ende doch die Möglichkeit zu einer Feststellung der von mir gesuchten Verhältnisse noch gegeben.

Die Zahlenwerte sind:

Vom Ar:	Ernte frisch In Kilo Rüben	Ernte frisch In Kilo Blätter	Gehalt an Kali Vom Hundert Rüben	Gehalt an Kali Vom Hundert Blätter	Gesamtkaliernte In Kilo
Ohne Kalk, Kainit. . . .	444	324	0,836	2,726	2,370
Mit „ „	403	330	0,654	2,208	1,959
Durch Kalk:	−41	+6	−0,182	−0,518	−0,411
Ohne Kalk, 40 % Salz . .	445	307	0,670	2,149	1,809
Mit „ 40 „ „ . .	367	304	0,708	2,153	1,980
Durch Kalk:	−78	−3	+0,038	+0,004	+0,171

Der Kainit lässt somit eine schädigende, die Kaliaufnahme zurückdrängende Wirkung des Kalkes hervortreten, dagegen das 40 %ige Kalisalz nicht. Im Fall man überhaupt geneigt ist, diesen Zahlen für unsere Zwecke Beweiskraft zuzugestehen, vermag man den Unterschied bei den beiden Kalisalzen leicht dadurch zu erklären, dass der Kainit einerseits durch sein Kali und nebenbei sein Natron für die Rübe günstig wirkt, andererseits mit seinem reichen Gehalt an Chlorverbindungen und Sulfaten, wie bekannt, in umfangreichem Maße Kalk im Boden in Lösung bringt und daher nach dieser Richtung hin wesentlich stärker wirken dürfte, als das erheblich an fremden Salzen usw. ärmere 40 %ige Salz. Es ist dieser Umstand, dass Kainit Kalk im Boden löslich macht, im Zusammenhang mit den hier von mir dargelegten Beziehungen der Kalkwirkung zu

[1]) Arbeiten der D. L.-G. 228, 184 (1912).

der Kaliaufnahme unserer Kulturpflanzen überhaupt geeignet, so manche besondere, und zwar ungünstige Wirkung des Kainits erklärlich zu machen.[1])

Im dritten Versuchsjahr kam *Sommerweizen* zum Anbau. Für diese auf das Kalk-Kali-Gesetz immerhin in leidlich empfindlicher Weise einen Ausschlag gebende Kulturpflanze ist, trotzdem nun bereits zwei Jahre seit der Kalkung verstrichen sind, eigentlich eine Wirkung nachteiliger Art zu erwarten. Aber man darf nicht achtlos an der Tatsache vorübergehen, dass die vier in Frage kommenden Versuchsstücke in den beiden Versuchsjahren in recht verschiedener Weise Kali hergegeben haben. Die Kaliausfuhr aus dem Boden betrug in Kilogrammen vom Ar:

	Kalk-Kainit	Kalk 40 % Salz	Nur Kainit	Nur 40 % Salz
1905 bei Hafer	0,508	0,498	0,451	0,498
1906 „ Rüben	1,959	1,980	2,370	1,809
Zusammen:	2,467	2,478	2,821	2,307

Die nur mit Kainit versehene Reihe weist somit eine erheblich über 10 vom Hundert hinausgehende Mehrausgabe von Kali auf, die natürlich bei der dritten Ernte als Kaliminderernte in Erscheinung treten wird. Dies ist denn auch geschehen. Die ohne Kalk verbliebene, nur mit Kainit gedüngte Reihe bietet bei der Sommerweizenernte nicht die eigentlich zu erwartende Kalimehrernte, wohl aber ist eine solche bei der Reihe mit 40 %igem Salz ohne Kalk zu verzeichnen. Man vergleiche:

Vom Ar:	Ernte frisch In Kilo Körner	Stroh	Gehalt an Kali Vom Hundert Körner	Stroh	Gesamtkaliernte In Kilo
Ohne Kalk, Kainit . . .	31,34	68,95	0,588	0,801	0,737
Mit „ „ . . .	33,64	64,39	0,589	0,833	0,735
Durch Kalk:	+ 2,30	− 4,56	+ 0,001	+ 0,032	− 0,002
Ohne Kalk, 40 % Salz .	37,78	67,98	0,577	0,812	0,770
Mit „ 40 „ „ .	34,21	66,81	0.607	0,776	0,726
Durch Kalk:	− 3,57	− 1,17	+ 0,030	− 0,036	− 0.044

Eine Ertragsverminderung tritt somit ebenso wie eine Herabdrückung des Kaligehalts, und zwar wieder beim Stroh, auf. Ich selbst möchte auf diese Werte kein übermässiges Gewicht legen, glaube indessen, dass man nicht sagen kann, sie spräche gegen meine Ansichten. Sonst liegen ja Gründe genug vor, weshalb man von der Heranziehung dieser Feldversuchszahlen für meine Zwecke nicht gerade entscheidende Folgen erwarten kann.

Versuche in Gefässen, welche H. Wilfahrt und G. Wimmer mit ihren Mitarbeitern durchführten, erlauben mir einen weiteren Stützpunkt für meine Ansichten beizubringen. Freilich ist auch hier, wie überall, wo es sich nicht um Versuche handelt, die eigens zu dem beabsichtigten Zweck

[1]) Vgl. auch unten S. 111.

zur Durchführung gelangten, mancherlei zu bemängeln. Aber bei sorgfältiger Abwägung der Tatsachen wird man doch nicht umhin können, das Ergebnis als ein für meine Ansichten günstiges zu bezeichnen.

Bei diesen Versuchen,[1]) die mit der *Zichorien*pflanze zur Durchführung kamen, über deren Kalibedürfnis mir sonst leider nichts Näheres bekannt ist, gelangte kein Kali zur Verwendung, wohl aber erhielten die beiden zum Versuch benutzten armen Sandböden einmal die „nach unseren sonstigen Erfahrungen völlig ausreichende Phosphorsäuremenge"; das andere Mal aber eine weit höhere Gabe, nahezu das Dreifache. Die Phosphorsäure wurde, soweit man das aus den vorhandenen Angaben wohl mit ziemlicher Sicherheit schliessen kann,[2]) als Dikalziumphosphat gegeben, so dass mit der, die völlig ausreichende Phosphorsäuregabe weit übersteigenden, hohen Phosphatgabe eine recht reichliche Menge verhältnismässig leichtlöslichen Kalkes in die Gefässe gebracht worden sein muss. Nach dieser Richtung hin habe ich die Versuchsergebnisse zu mustern.

Dikalzium-Phosphatgabe	Trockenernte mittel	Kaliernte in der Pflanze		Boden
	g	°/o	g	
Völlig ausreichend . . .	48,9[3])	0,95	0,465[3])	Buhlendorf, geringere
Weit grösser	55,8	0,82	0,458	Stickstoffgabe.
Durch mehr Kalk:	?	— 0,13	— 0,007	
Völlig ausreichend . . .	66,6	0,79	0,526	Buhlendorf, grössere
Weit grösser	63,5	0,73	0,464	Stickstoffgabe.
Durch mehr Kalk:	— 3,1	— 0,06	— 0,062	
Völlig ausreichend . . .	22,7	0,24	0,055	Jütrichau, geringere
Weit grösser	20,3	0,28	0,057	Stickstoffgabe.
Durch mehr Kalk:	— 2,4	+ 0,04	+ 0,002	
Völlig ausreichend . . .	10,8	0,62	0,067	Jütrichau, grössere
Weit grösser	10,7	0,58	0,059	Stickstoffgabe.
Durch mehr Kalk:	— 0,1	— 0,04	— 0,008	

Im Durchschnitt von 4 Versuchen ist somit dreimal sowohl der Kaligehalt fürs Hundert, wie die Kaliernte und wahrscheinlich auch die Ernte an Trockenmasse durch die grössere Kalkgabe benachteiligt worden. Man muss dafür, dass die eingetretenen Unterschiede nicht besonders grosse sind, noch die Tatsache als Ursache bewerten, dass die Stickstoffgabe, soweit sich über dieselbe urteilen lässt, aller Wahrscheinlichkeit nach als Kalksalpeter verabreicht wurde und so auch den mit weniger Dikalziumphosphat versehenen Reihen bereits eine nicht ganz unerhebliche Menge von leichtlöslichem Kalk zuführte.

---

[1]) H. Wilfahrt und G. Wimmer und Mitarbeiter, Arbeiten der D. L.-G. **143**, 108/9 (1908).

[2]) Ebendort 26 **bzw.** 108.

[3]) In der Reihe sind nach den Angaben a. a. O. S. 108 Blätter verloren gegangen, und zwar schätzungsweise wohl fast 8 *g* Trockengewicht, fürs Mittel somit 4 *g*. Hiernach ist mit keiner nennenswert geringeren Trockenernte bei der kleineren Kalkphosphatgabe zu rechnen, wohl aber mit einem noch grösseren Abfall der Kaliernte durch die hohe Kalkphosphatdüngung.

Prove bietet uns eine Reihe von Feldversuchen, die immerhin eine Erwähnung verdienen dürften. Die Angaben verstehen sich in Kilogramm vom Ar. Pflanze ist *Sommergerste.*[1])

Düngung	Stroh	Korn	Kali in der Gesamternte
Grunddüngung, Kainit	54,7	44,0	0,776
Dgl. und Kalk	49,6	41,8	0,728
Durch Kalk weniger:	5,1	2,2	0,048
Grunddüngung, 40 % Salz	54,0	43,6	0,799
Dgl. und Kalk	49,2	41,2	0,729
Durch Kalk weniger:	4,8	2,4	0,070

Andere Versuchsreihen des gleichen Versuchsanstellers eignen sich z. T. der benutzten Pflanze halber, z. T. weil ihnen verschieden stark dem Boden Kali entnehmende Ernten vorangehen, sowie aus anderen Gründen nicht für unsere Zwecke bzw. ergeben verschiedentlich widerspruchsvolle Ergebnisse. Dagegen ist folgender Versuch zu beachten, der ebenso wie der vorige nicht durch die Vorernte beeinflusst wird, denn der soeben besprochene stellte das erste Versuchsjahr dar, der nun folgende bot vorher eine Runkelernte mit annähernd gleichmässigem Kalientzuge. Versuchspflanze ist *Hafer.*[2])

Düngung	Stroh	Korn	Kali in der Gesamternte
Grunddüngung, Kainit	78,77	34,46	2,008
Dgl. und Kalk	93,36	34,07	1,527
Grunddüngung, 40 % Salz. . . .	88,95	36,24	2,157
Dgl. und Kalk	85,16	34,42	1,693

Wir sehen, dass dieser Versuch, seiner weniger auf Kali angewiesenen Versuchspflanze halber, zwar keine Ertragsverminderung durch den Kalk gezeitigt hat, dass aber die Verminderung der Kaliernte deutlich und in recht erheblichem Umfange sich bemerkbar macht. —

Sehr fesselnde und für meine Ansicht wichtige Versuche konnte endlich H. Immendorff[3]) mitteilen. Dabei hat sogar eine der Pflanzen, die sonst auf Kalkdüngung nicht in dem von mir behandelten, deutlich merkbaren Umfange antworten dürfte, die ***Futterrübe***, recht sichtbare Kalkschädigungen unter Herabminderung der Kaliaufnahme ergeben. Man vergleiche zunächst die folgenden Zahlenwerte:

(Siehe Tabelle Seite 61.)

Die durch Kalk bedingten Mindierernten sind nahezu in der Hälfte der Fälle für Blätter und Rüben gesichert, da sie über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinausliegen. Aber auch die übrigen Mindererntem sind mit wenigen Ausnahmen in nächster Nähe der dreifachen wahrschein-

---

[1]) Arbeiten der D. L.-G., **127**, 111 (1907).
[2]) Ebendort, 127.
[3]) Ebendort, 132/133 und 135/136 (1907).

	Gekalktes Feld (15 kg gebr. Kalk je Ar)					Ungekalktes Feld					Durch Kalk weniger oder mehr				
	Trockenernte		Kaligehalt		Kaliernte	Trockenernte		Kaligehalt		Kaliernte	Trockenernte		Kaligehalt		Kaliernte
	Rüben kg	Blatt kg	Rüben %	Blatt %	kg	Rüben kg	Blatt kg	Rüben %	Blatt %	kg	Rüben kg	Blatt kg	Rüben %	Blatt %	kg
Versuchsreihe 5 a (1903 Drakendorf). Pflanze *Futterrüben*. Teilstücke 1 *a* gross.															
Ungedüngt	44,2 ± 1,8	10,3 ± 0,2	3,70	3,25	1,970	59,6 ± 2,2	14,9 ± 0,9	3,45	3,06	2,512	−15,4 ± 2,8	− 4,6 ± 0,9	+ 0,25	+ 0,19	− 0,542
Volldüngung, ohne Kalk	61,2 ± 1,5	13,6 ± 0,4	3,96	3,14	2,851	69,0 ± 1,6	19,3 ± 0,6	3,68	2,85	3,089	− 7,8 ± 2,2	− 5,7 ± 0,7	+ 0,28	+ 0,29	− 0,238
Volldüngung, $1^1/_2$ kg 40%iges Salz	62,1 ± 1,3	16,3 ± 0,7	4,01	3,24	3,018	80,6 ± 2,1	20,1 ± 0,3	3,54	3,18	3,492	−18,5 ± 2,5	− 3,8 ± 0,8	+ 0,47	+ 0,06	− 0,474
Volldüngung, 3 kg 40%iges Salz	66,6 ± 1,8	17,5 ± 0,4	3,98	3,65	3,290	79,8 ± 1,9	21,1 ± 0,7	3,79	3,33	3,727	−13,2 ± 2,6	− 3,6 ± 0,8	+ 0,19	+ 0,32	− 0,437
Volldüngung, 3,7 kg Kainit	64,1 ± 1,5	17,3 ± 0,3	4,02	2,16	3,297	79,2 ± 2,7	21,7 ± 0,1	3,66	3,07	3,565	−15,1 ± 3,0	− 4,4 ± 0,3	+ 0,36	+ 0,09	− 0,268
Volldüngung, 7,4 kg Kainit	70,3 ± 1,9	18,2 ± 0,7	4,16	3,29	3,523	83,3 ± 2,8	22,1 ± 0,7	3,98	3,12	3,963	−10,0 ± 3,4	− 3,9 ± 1,3	+ 0,23	+ 0,17	− 0,440

Fortsetzung des Versuches, 1904; Pflanze *Sommergerste*.

	Korn kg	Stroh kg	Korn %	Stroh %	Kaliernte kg	Korn kg	Stroh kg	Korn %	Stroh %	Kaliernte kg	Korn kg	Stroh kg	Korn %	Stroh %	Kaliernte kg
Ungedüngt	19,62 ± 0,5	27,89 ± 0,4	0,72	1,92	0,676	20,67 ± 0,5	30,24 ± 0,9	0,72	2,14	0,796	− 1,05 ± 0,7	− 2,35 ± 1,0	± 0	− 0,22	− 0,120
Volldüngung, ohne Kali	21,67 ± 0,4	32,02 ± 0,2	0,72	1,83	0,742	24,07 ± 0,4	35,21 ± 1,3	0,79	2,14	0,943	− 2,40 ± 0,6	− 3,19 ± 1,3	− 0,07	− 0,31	− 0,201
Volldüngung, 1 kg 40%iges Salz	23,64 ± 0,7	34,11 ± 0,4	0,74	1,85	0,806	26,75 ± 0,9	37,09 ± 0,8	0,73	2,11	0,978	− 3,11 ± 1,1	− 2,98 ± 0,9	+ 0,01	− 0,26	− 0,172
Volldüngung, 2 kg 40%iges Salz	23,97 ± 1,3	35,34 ± 0,8	0,71	2,23	0,958	29,01 ± 0,6	40,57 ± 1,7	0,72	2,44	1,199	− 5,04 ± 1,4	− 5,23 ± 1,9	− 0,01	− 0,21	− 0,241
Volldüngung, 3,7 kg Kainit	24,01 ± 0,7	32,59 ± 0,8	0,69	2,16	0,870	27,13 ± 0,5	37,22 ± 0,6	0,73	2,43	1,102	− 3,12 ± 0,9	− 4,77 ± 1,0	− 0,04	− 0,27	− 0,232
Volldüngung, 7,46 kg Kainit	25,79 ± 1,3	37,11 ± 1,1	0,67	2,04	0,930	27,36 ± 0,9	36,32 ± 0,8	0,74	2,33	1,048	− 1,57 ± 1,6	+ 0,89 ± 1,4	− 0,07	− 0,29	− 0,118

lichen Schwankungen oder über dieselbe hinaus belegen, so dass man mit ganz erheblicher Berechtigung von einem durch die Kalkung bedingten Minderertrag zu sprechen vermag. Leider fehlen die Kalkgehalte der Pflanzen, so dass man nicht in der Lage ist, zum Beispiel für die Rübenernte den Nachweis zu liefern, dass den unbedeutenden Gehaltserhöhungen im Kaligehalt vom Hundert für Blatt und Rüben voraussichtlich eine sehr erhebliche Vermehrung der Kalkgehalte entspricht, so dass hierdurch doch die von mir angenommene, ungünstige Wirkung auf die Entwicklung und die Kaliaufnahme der Pflanze bedingt wurde.[1]) Die Werte der Kaligehalte weisen auch schlagend die in jedem Falle recht erhebliche Verminderung der Kaliaufnahme im ganzen nach.

Untersuchungen, die ULBRICHT in langen Jahren ausgeführt hat, sind leider für meine Zwecke im wesentlichen nicht verwendbar. Die nach mancher Richtung hin überaus sorgfältig durchgeführten und bearbeiteten Versuche ergeben schon für das Ziel, welches der Versuchsansteller selbst im Auge hatte, keine eindeutigen Ergebnisse. Das gilt sowohl für die in Vegetationsgefässen angestellten Versuche mit kleiner Gerste,[2]) bezüglich derer ULBRICHT selbst auf allerlei Unstimmigkeiten hinweist,[3]) wie für seine in grossen Gefässen durchgeführten Arbeiten. Die hierin zur Ausführung gebrachten Kartoffelversuche, ohnehin für meine Zwecke der benutzten Versuchspflanze halber weniger geeignet, weisen trotz erheblicher Kalkungen eigentlich keine Erhöhung der Kalkaufnahme vom Hundert auf, und ob die vorliegenden Veränderungen der Kaligehalte über die Fehlergrenze hinausliegen, lässt sich nicht feststellen.[4]) Später in gleicher Weise zur Ausführung gebrachte Versuche mit Hafer und Mais sind wohl auch nicht besonders geeignet, das Kalk-Kali-Gesetz zum Ausdruck zu bringen. Es fehlen ihnen auch die Kali-Bestimmungen.[5]) *Sommerroggenversuche* des gleichen Forschers liessen sich vielleicht zum Teil für meine Anschauungen verwenden. So ergaben sich in der Trockenmasse die folgenden Gehalte:[6])

ohne Kalk	1,40 % Kali	und	0,64 % Kalk,
bei 250 *kg* Kalk . . .	1,19 „ „	„	0,80 „ „
„ 500 „ „ . . .	1,26 „ „	„	0,78 „ „

doch bieten wieder entsprechende Gerstenversuche[6]) keine für meine Zwecke brauchbaren Unterlagen; dasselbe ist von Versuchen mit Ölrettig[7]) zu sagen. Die *weisssamige Wicke* hat dagegen wieder Werte erbracht, die sich meinen Anschauungen besser anpassen. Es betrug in der Trockenmasse der Gehalt:[8])

---

[1]) Vgl. oben 33 u. f., sowie 53.

[2]) Landw. Versuchsstationen 57, 103 (1902) und 61, 357 (1905).

[3]) Ebendort 61, 357 (1905).

[4]) Ebendort 59, 16 und 17 (1904).

[5]) Ebendort 63, 323/24 (1906).

[6]) Ebendort 341.

[7]) Ebendort 349.

[8]) Ebendort 356.

ohne Kalk	2,44 % Kali	und	2,04 % Kalk,
bei 250 *kg* Kalk . . .	2,16 „ „	„	3,18 „ „
„ 500 „ „ . . .	2,00 „ „	„	3,12 „ „ .

Aber bei einem 2 Jahre später mit der gleichen Pflanze durchgeführten Versuche finden sich wieder ganz abweichende Zahlenwerte.[1]) Auch weiterhin lässt sich eine deutliche Gesetzmässigkeit nicht herausfinden, und dieser Umstand, wie auch andere hier nicht zu berührende Gründe, veranlassen mich, die Ulbrichtschen Versuche, deren Erwähnung ja nicht unterlassen werden durfte, als zumeist für meine Zwecke nicht in Betracht kommend zu bezeichnen. Sie werden weder für, noch gegen dieselben auszunutzen sein. Das gilt, wie schon hier gesagt sei, im wesentlichen auch von den von ihm mitgeteilten Lupinenversuchen,[2]) auf die ich später nicht mehr zurückkommen werde.

Noch ein weiterer Hinweis auf Schädigungen durch Kalk für die *Erbse* wie auch für andere Pflanzen wird von Ulbricht gelegentlich gegeben, allerdings wesentlich mit der „ätzenden" Wirkung des Kalkes erklärt. Hier erscheint im Zusammenhang vielleicht noch die weitere Mitteilung von Ulbricht beachtenswert, dass „die Gerste hinsichtlich stärkerer Mergelung und Kalkung sich dem Hafer und der Erbse gegenüber ganz verschieden verhält", was ja durchaus mit den von mir vertretenen Ansichten übereinstimmt. Starke Kalkmengen haben denn auch bei Ulbricht den Gehalt der Gerste an allen 5 Pflanzennährstoffen vermindert. Weitere Mitteilungen fehlen[3]) indessen leider. —

Mehr der Erwähnung wert sind dagegen wohl Versuche von J. Konowalow. Dieser Forscher arbeitete in Wasser- und Sandkultur und suchte über den Bedarf der Pflanzen an Kalk Aufschluss zu erhalten. In Versuchen mit *Hirse,*[4]) mit *Hafer,*[5]) mit *Weizen,*[6]) mit *Fennich (setaria italica),*[6]) mit *Lupinen*[7]) und mit *Gerste*[8]) ausgeführt, zeigte sich stets bei den stärkeren, eine Normalgabe überschreitenden Kalkgaben eine Schädigung der Ernte, was mit den von mir vorausgesetzten Verhältnissen ja übereinstimmt. Nach meiner Ansicht müsste, von den Lupinen abgesehen, die noch später zu behandeln sein werden, die Gerste, ihrem Kalibedarf entsprechend, früher eine Schädigung zeigen als der Hafer, was durchaus zutrifft, denn Gerste erreicht ihre Höchsternte für diese Versuche bei der halben normalen Kalkmenge, der Hafer dagegen erst bei der vollen, wobei dann auch das Absinken der Erträge für den Hafer langsamer erfolgt

---

[1]) Landw. Versuchsstationen **63**, 356 (1906).

[2]) Ebendort 355 ff.

[3]) K. v. Rümker, Das landw. Versuchswesen im Jahre 1895. Landw. Jahrb. **26**, Ergbd. **3**, 122 und 128 (1897).

[4]) Landw. Versuchsstationen **74**, 347 (1911).

[5]) Ebendort 348.

[6]) Ebendort 350.

[7]) Ebendort 351.

[8]) Ebendort 352.

als für die Gerste. Hirse und Fennich weisen noch geringere Nachteile bei starkem Kalkgehalt der Nährlösung auf als Hafer, was ja darauf hindeuten müsste, dass sie noch weniger, als dieser, Ansprüche an die Kaliaufnahme erheben. Leider sind mir in den verschiedenen Hinweisen auf den besonderen Bedarf unserer Kulturfrüchte an Kali Hirse wie Fennich nicht vorgekommen,[1]) doch möchte man nach einigen knappen Angaben in der Literatur[2]) denken, dass sie, ähnlich wie Hafer, oder wohl in noch höherem Grade,[3]) genügsam in bezug auf Kalidüngung sind. Ob und wie weit Mitteilungen von AHR über Kalkschädigungen in Oberbayern auch durch das Kalk-Kali-Gesetz erkärt werden können bzw. zu dessen Anerkennung beitragen, steht noch dahin. AHR teilt darüber mit,[4]) dass durch starke Anwendung von Mergel[5]) auf oberbayerischen Böden, und zwar ganz besonders bei der Runkelrübe, weniger bei Getreide und Kartoffeln, gar nicht aber bei Klee, sich Krankheitserscheinungen zeigten, die sich allein durch eine ungewöhnlich starke Kainitgabe bekämpfen liessen. Leider ist beim Getreide nicht mitgeteilt, ob etwa Hafer weniger, Gerste mehr leide, was im Sinne meiner Ausführungen ebenso liegen würde, wie eine stärker hervortretende Schädigung von Sommerweizen.

KÖNIG und seine Mitarbeiter bringen auch einige hierher gehörige Nachweise. Sie stellten auf 6 verschiedenen Erdböden Versuche an und ermittelten dabei die Menge der im Laufe von 10 Jahren durch verschiedene Pflanzen aufgenommenen Pflanzennährstoffe, sowie auch den Nährstoffgehalt der Böden.[6])

Es enthalten:[7])	Kalkboden	Tonboden	Lehmboden	Schieferboden	Sandboden	Sandiger Lehmboden
	%	%	%	%	%	%
In 10% HCl löslicher Kalk	30,68	1,24	0,61	0,53	0,23	0,21
In konzentrierter H_2SO_4 löslicher Kalk	0,13	0,12	0,05	0,15	0,11	0,22
In HF löslicher Kalk . .	0.17	0.37	0.43	0.22	0.36	0,53
Zusammen Kalk:	30,98	1,73	1,09	0.90	0,69	0,96
In 10% HCl löslicher Kali	0,124	0,718	0,163	0,150	0,081	0,110
In konzentrierter H_2SO_4 lösliches Kali	0,313	1,820	0,470	1,756	0,116	0,333
In HF lösliches Kali . .	0.266	1.582	1.061	0,875	0.980	0.942
Zusammen Kali:	0,703	4,120	1,693	2,751	1,177	1,385

[1]) P. WAGNER, Arbeiten der D. L.-G. **96**, 350—53 (1904).
W. SCHNEIDEWIND, ebendort **193**, 159—169 (1911).
Derselbe, Ernährung der landw. Kulturpflanzen, 390 ff. (1917).
R. HEINRICH-O. NOLTE, Dünger und Düngen, 7. Aufl., 139—140 (1918).

[2]) A. NOWACKI, Getreidebau, 289 ff. (1893).

[3]) Vgl. G. JUNGE, Mitteilungen der D. L.-G. **34**, 204 (1919).

[4]) Jahrbuch der D. L.-G. **33**, 55/56 (1918).

[5]) Durchschichten von Stalldünger mit Mergel. Schon A. ORTH, später auch M. MAERCKER, empfahlen Lehmmergel in fingerdicken Schichten zum Durchschichten und Decken von Stalldünger; Deutsche Landw. Presse **22**, 567 (1895); Landw. Jahrbücher **28**, 796/797 (1899); aber auch W. SCHNEIDEWIND, ebendort **31**, 856 (1902).

[6]) Landw. Jahrbücher **46**, 203 (1914).

[7]) Nach Angabe in Landw. Versuchsstationen **66**, 407/408 (1907).

Auf 100 *g* Erntetrockenmasse[1]) entfallen:

Kali	1,76	2,76	1,91	2,06	2,12	2,17
Kalk	1,65	1,00	1,20	1,18	1,22	1,15

Wir sehen deutlich, dass der Kalkboden trotz grösserer Mengen in Salzsäure löslichen Kalis den beiden Sandböden in der Kaliaufnahme durch die Pflanzen entschieden nachsteht. Ebenso gilt dies für den noch kalireicheren Lehmboden, der aber auch seinerseits nicht ganz wenig Kalk enthält. Bei dem gleichfalls kalkreichen Tonboden wird durch die sehr erhebliche Kalimenge, die er führt, einer Hemmung der Kaliaufnahme durch den Kalk ausreichend entgegengewirkt.

König ist dieser Zusammenhang nicht entgangen; er sagt:[2]) „Eine interessante Beziehung zwischen Kali- und Kalkaufnahme soll indes an dieser Stelle noch erwähnt werden. Es ist schon verschiedentlich darauf hingewiesen, dass sich Kalk und Kali in den Pflanzen ersetzen können und so der Mangel des einen Nährstoffs durch den anderen ausgeglichen werden kann. In der folgenden Tabelle sind die Böden geordnet nach steigendem Kalk- und fallendem Kaligehalt der auf ihnen gewachsenen Pflanzen.

Boden	Gehalt der Pflanzentrockenmasse Kali v. H.	Gehalt der Pflanzentrockenmasse Kalk v. H.	Durch 5stündiges Dämpfen bei 5 Atm. im Boden lösliches Kali[3]) *mg* in 1/2 *kg*
Kalkboden	1,755	1,651	3,8
Lehmboden	1,910	1,202	5,6
Schieferboden	2,063	1,179	5,8
Sandboden	2,119	1,218	3,3[4])
Lehmiger Sandboden . .	2,165	1,150	8,6
Tonboden.	2,757	1,003	11,8

Hiernach findet bis zu einem gewissen Grade eine Vertretung von Kali und Kalk statt, dergestalt, dass die Summe beider Stoffe in den Pflanzen mehr oder weniger gleich gross ist. Ausschlaggebend für die Kalkaufnahme scheint vorwiegend der Gehalt des Bodens an leichtlöslichem Kali zu sein, da die Reihenfolge der Böden in vorstehender Tabelle genau dieselbe ist wie diejenige, wenn die absoluten Mengen durch Dämpfen löslichen Kalis zugrunde gelegt werden." Soweit König. —

Ich finde natürlich die Deutung der hier ermittelten Zahlenwerte wesentlich auf Grund des Kalk-Kali-Gesetzes. Der steigende Gehalt des Bodens an aufnehmendem Kalk hemmt die Kaliaufnahme der Pflanzen,

[1]) Gemisch von Hafer, Kartoffeln, Roggen, Gerste, Rotklee und Runkelrüben; Landw. Jahrbücher 46, 236 (1914).

[2]) Landw. Jahrbücher 46, 237 (1914).

[3]) Von mir aus Landw. Versuchsstationen 66, 428 (1907) nachgetragen.

[4]) Diese Zahl fällt aus der Reihe, im Gegensatz zu Königs Angaben, ist auch geringer als die durch Dämpfen bei nur 3 Atmosphären erhaltene Kalimenge, vgl. a. a. O. 427. Ob etwa ein Druckfehler vorliegt und es 6,3 heissen muss, erscheint mir trotzdem zweifelhaft.

soweit nicht durch reichliches Vorhandensein von Kali im Boden hiergegen eine mehr oder minder erhebliche Abhilfe geschaffen werden kann. Vielleicht kann man auch, für die gegebene Zusammenstellung unmittelbar passend und nicht weniger richtig, sagen, dass mit zunehmender Aufnahme von Kalk durch die Pflanze deren Fähigkeit, ohne Schwierigkeiten ihren Kalibedarf zu decken, sinkt, soweit nicht entweder durch grössere Mengen von für die Pflanze aufnehmbarem Kali, oder erhöhte Aufnahmefähigkeit einer Pflanzenart für Kali, hiergegen ein Ausgleich geschaffen wird.

Einige alte *Mais*strohanalysen von F. HRUSCHAUER[1]) seien hier angeführt, ohne dass sie bei dem Mangel an näheren zugehörigen Angaben erhebliche Bedeutung beanspruchen könnten. Es enthielten nämlich:

Maispflanzen aus Steiermark	Im Schotterboden von Quarzgeschieben gewachsen, sehr kräftig entwickelte Pflanzen mit sehr reichlicher Ernte					In verwittertem Übergangskalke gewachsen, um mehr als den dritten Teil kürzer, dünn, mit nur wenig und kleinen Früchten				
	K_2O %	CaO %	P_2O_5 %	Na_2O %	MgO %	K_2O %	CaO %	P_2O_5 %	Na_2O %	MgO %
In 100 Teilen[2]) Stroh. . . .	0,74	0,27	0,61	2,23	0,10	0,09	0,22	0,43	0,25	0,22

Wir sehen, dass die im Kalk gewachsenen Pflanzen bei sehr schwacher Entwicklung einen ganz ungewöhnlichen Kalimangel aufweisen, den ich auch auf die Wirkung des Bodens und seines hohen Kalkgehaltes setzen möchte. Gedüngt sind beide Pflanzensorten offenbar nicht gewesen. —

Man könnte auch noch mancherlei andere Hinweise finden, dass Kalkdüngung nicht so selten, wie es scheint, zu Misserfolgen geführt hat, die in meinem Sinne zu verwerten wären. So heben O. KYAS und J. PREISINGER[3]) es eigens hervor, dass bei ihren Felddüngungsversuchen mit Kalk und Kali und so weiter der Kalk bei Phosphorsäure-Stickstoffdüngung, also ohne Kali, eine Herabminderung des Strohertrages beim *Winterroggen*[4]) bewirkte. „Die Kalkung fordert mithin eine intensive Kalidüngung", schliessen die beiden Versuchsansteller. F. O. DIETRICH-Berlin-Südende[5]) warnt aus eigener Erfahrung vor Verabfolgung von Ätzkalk zu Sommerhalmfrüchten, namentlich in erster Linie *Gerste*. Denn durch vergleichende Anbauversuche konnte er feststellen, dass der Körnerertrag dieser Frucht durch die Anwendung von Ätzkalk ganz wesentlich herabgedrückt wurde. Wir sehen hier aus praktischer Versuchserfahrung Ergebnisse, die nicht wenig zu meinen Überlegungen und Schlussfolgerungen passen. Auch

[1]) Annalen der Chemie und Pharmazie **54**, 336 u. f. (1845).

[2]) Umgerechnet.

[3]) Mitteilungen der Mährischen Landesanstalt in Brünn, I. Bericht der agrikulturchemischen Abteilung, Brünn (1914).

[4]) Vergleiche auch das später noch über den Winterroggen Gesagte S. 70.

[5]) Deutsche Landw. Presse **29**, 114 (1902).

B. L. Hartwell und S. C. Damon [1]) fanden in ihren Versuchen Pflanzen, welche durch Anwendung von Kalk als Dünger stets, selbst in sehr sauren Böden, Schaden litten.

Rothert [2]) hat weiter bei Versuchen mit *Gerste*, die ebenso wie die oben von mir aufgeführten mit Leinethallehm und Buntsandsteinboden durchgeführt wurden, als Folge von grösseren Kalkgaben, wie sie nur für den Lehmboden verabfolgt worden waren, eine beträchtliche Schädigung des Pflanzenwuchses beobachtet, die ich an der Hand meiner früher besprochenen Versuchsergebnisse als durch Kalimangel bei zu hoher Kalkgabe verursacht ansehen muss. Dafür spricht auch der Umstand, dass zwar eine Düngung zu diesen Versuchen weder mit Kali noch anderweit gegeben wurde, aber Stickstoffmangel nach Ausweis der vorhandenen Bodenuntersuchungen jedenfalls nicht die Ursache der geringen Entwicklung der Gerste auf den stark mit Kalk versehenen Gefässen gewesen sein kann. Dafür ist weiter als Grund anzuführen, dass die Gerste eine stark kaliverlangende Pflanze ist und dass bei meinen ähnlichen Versuchen der in gleicher Weise kalibedürftige Buchweizen durch Mangel an Kali infolge Kalküberflusses geschädigt wurde.

In ähnlicher Weise mag ein Versuch von Clausen [3]) auf eine nachteilige Wirkung der Kalkung für den Ertrag stark kaliarmen Sandbodens hinweisen, obwohl die an Kalk gut angepasste *Erbse* Versuchspflanze war. Leider ist wegen Mangel an Vergleichsstücken und auch aus anderen Gründen auf die Versuchsergebnisse nach der hier in Frage kommenden Richtung wohl kein entscheidendes Gewicht zu legen, doch seien sie immerhin angeführt:

Ungedüngt ohne Kalkmergel	5,10 *dz*	Korn	und	39,28 *dz*	Stroh vom Hektar
„ mit „	8,44 „	„	„	29,06 „	„ „ „
Durch Kalkmergel mehr:	3,34 *dz*	Korn	aber	10,22 *dz*	Stroh weniger.

Da sich der Kalimangel immer am stärksten für das Stroh geltend macht, wie bereits weiter oben ausgeführt werden konnte, so sehen wir hier neben einer mässigen Erhöhung des Kornertrags, die z. T. vielleicht auch durch Löslichmachung geringer Kalimengen aus dem Boden durch die Mergelung erklärt werden kann, eine recht merkbare Verminderung des Strohertrags.[4]) Kalianalysen der Ernte fehlen leider, so dass natürlich meine Erklärung nicht über jeden Zweifel erhaben ist.

D. Prjanischnikow weist gleichfalls, bei Besprechung der Kalkwirkung auf die Lupine, darauf hin, dass auch die *Getreide*arten in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Erdbodens, also z. B. je nachdem er leichter oder schwerer ist, sich bereits einem Kalkgehalt von 1 % gegen-

[1]) Agric. Expert. Stat. Rhode Island, State College, Kingston (1914), Bull. 160.
[2]) Journal für Landwirtschaft **63**, 227 (1915).
[3]) Illustrierte landw. Zeitung **37**, 547 (1917).
[4]) Vgl. auch weiter unten.

über als empfindlich erweisen können.[1]) Leider fehlen nähere Angaben, so dass es nicht möglich ist, die Frage etwaigen Kalimangels dabei zu berücksichtigen. Doch ist, da ja Russland Kalidüngesalze bekanntlich kaum verwendete, und gerade der hier erwähnte Forscher die Benutzung von Gesteinsmehlen zur Kalidüngung mehrfach prüfte, ein Kalimangel für russische Verhältnisse nicht gerade etwas Unwahrscheinliches gewesen.

Vielleicht ist hier noch besonders des *Roggens* und seines Verhaltens zum Kalk zu gedenken. Dass er nicht das gleiche Kalkbedürfnis wie der Weizen aufweist, finden wir z. B. bei Ch. Contejean mehrfach hervorgehoben. Dieser sagt auch, dass man auf Granit und kristallinen Schiefern unsere Getreidearten nur mit Vorteil kultivieren könne, nachdem man der Erde durch Mergelung die erforderliche Menge Kalk einverleibt habe. Eine Ausnahme macht nach ihm der Roggen, der sich ebenso wie Buchweizen und edle Kastanie an den magersten Kieselboden anzupassen vermag.[2]) Ähnlich teilt M. Lamotte[3]) mit, dass auf gewissen Kalkböden, wie auf den diese überlagernden Basaltböden Weizen angebaut wird. Diese Feldfrucht findet sich auch noch dort, wo diese Basaltböden Granit überlagern; an der Grenze des Basalts aber zum Granit hört die Weizenkultur auf und wird durch Roggen ersetzt. O. Sendtner fand auf den grauen Gneisböden des bayrischen Waldes, die aber Hornblende und ähnliche, bei der Verwitterung Kalk in Lösung bringende Mineralien enthalten, Weizen und Klee in gutem Wachstum. Der kalkarme, rote Gneis aber trägt nur Roggen und Hafer.[4]) Hiermit wäre allerdings nur gesagt, dass Roggen den Kalk nicht so bedarf; nicht dagegen, dass er ihn irgendwie scheut. Auch frühere Beobachtungen von mir würden hierauf hinweisen.[5]) Eine Kalkfeindlichkeit des Roggens scheint nach allen in der Literatur vorhandenen Nachrichten nicht in erheblichem Maße vorzukommen. Nur hier und da findet sich ein kaum deutlich erkennbarer Hinweis. So etwa in den oben wiedergegebenen Versuchen von O. Kyas und J. Preisinger,[6]) oder wenn A. Blomeyer anrät, Kalk zu Roggen nur zur Saatfurche zu geben bzw. mit derselben unterzubringen. Dies würde auf ein Bestreben hindeuten, die Kalkwirkung erst nach dem Roggenwachstum auftreten zu sehen, wie das wir später für Raps kennen lernen können und wie dies für die Kartoffel mit Rücksicht auf die Schorfkrankheit bekannt ist. Ähnlich mag es aufzufassen sein, wenn Ch. E. Langethal[7]) sich dahin äussert, dass Roggen auch noch in allen Bodenarten des Kalkmergellandes gerät, „frei-

---

[1]) Journal für experimentelle Landwirtschaft 4, 267 (1903).
[2]) Ch. Contejean, Geographie Botanique, Paris, 8 (1881).
[3]) Ebendort 41/42.
[4]) Vegetation des bayer. Waldes, 307, München.
[5]) Landw. Jahrbücher 33, 69 (1904).
[6]) Oben S. 68, Anm. 3, auch H. J. Wheeler, Rhode Island, Agric. Expt. Stat. Bull. 46, 99 (1897).
[7]) A. Blomeyer, Kultur der landw. Nutzpflanzen 1, 65 (1889); Ch. E. Langethal, Pflanzenbau, 5. Aufl., 1, 168 (1874).

lich werden die Ernten, mit der grösseren Entfernung vom Normalboden, geringer und unsicherer".

Ganz entsprechend könnte man vielleicht noch hier und da Hinweise finden; denn auch die Fähigkeit des Roggens, sich das Bodenkali anzueignen, scheint trotz der langen Wachstumszeit keine besonders erhebliche zu sein. M. Maercker wenigstens vertrat die Ansicht, dass der Roggen nicht mit gleicher Leichtigkeit wie andere Kulturpflanzen sich das Kali anzueignen vermöge.[1]) P. Wagner fernerhin bezeichnet den Roggen in dieser Hinsicht als zwar dem Weizen und besonders der Gerste überlegen, aber dem Hafer, der Erbse und mancher anderen Kulturpflanze merklich nachstehend.[2]) Es besteht somit durchaus die Möglichkeit, dass das Kalk-Kali-Gesetz sich auch gelegentlich beim Roggen bemerkbar macht, wenn auch diese Pflanze einen weniger scharfen Ausschlag darauf geben mag, als viele der schon früher genannten.

Ich zweifele nicht, dass ähnliche Erscheinungen, wie ich sie bisher als Folgen des Kalk-Kali-Gesetzes erklärt habe, auch noch bei anderweitigen Kulturpflanzen zu finden sein werden. Gelegentlich mir aus der landwirtschaftlichen Praxis geäusserte Anschauungen über die Wirkung einer Kalkdüngung zu *Zuckerrüben* könnten vielleicht bei der bekannten Kalibedürftigket dieser Pflanze — der freilich auch ein ziemlich erhebliches Kalianeignungsvermögen zur Seite steht — in dieser Richtung zu deuten sein. Indessen möchte ich hierüber noch keine Annahme aufstellen.

H. Panzer bringt weiterhin die Mitteilung, dass die Zuckerrübe besser im zweiten als im ersten Jahr einer Kalkdüngung wachse.[3]) Aber auch diese Angabe lässt sich verschieden deuten. Man kann einmal annehmen, dass die Rüben durch den Kalk Schaden nehmen und daher im zweiten Jahr, wenn die Hauptwirkung der Kalkung vorüber ist, besser gedeihen. Das dürfte die Voraussetzung erfordern, dass mit gebranntem Kalk gearbeitet wurde, wozu man berechtigt sein mag, weil für Zuckerrüben meist schwerere Böden in Betracht kommen, für die der gebrannte Kalk das Übliche ist. Man kann aber andererseits sich der mannigfachen Angaben aus der Praxis erinnern, dass die eigentliche Wirkung einer Kalkung erst im zweiten oder gar dritten Jahre eintritt. Freilich gilt diese Ansicht mehr für den gemergelten Sandboden, für welchen Zuckerrübenanbau nicht so häufig eine Rolle spielt. In diesem, wie erwähnt, unwahrscheinlicheren Falle müsste man damit rechnen, dass die Rüben durch Kalkung begünstigt werden, und daher im zweiten Jahr, das die eigentliche volle Wirkung der Kalkgabe bringt, einen günstigeren Platz finden.

Ich neige mehr der erstgenannten Anschauung zu, doch sei die Richtigkeit einstweilen wohl besser dahingestellt. Wohl aber scheint es nützlich, noch mit einem Wort darauf einzugehen, wie die erwähnte Ansicht der

[1]) M. Maercker, Kalidüngung, 107 (1893).
[2]) P. Wagner, Arbeiten der D. L.-G. 96, 350—53 (1904).
[3]) Deutsche landw. Presse 40, 840 (1913).

Praxis über die erst im zweiten oder gar dritten Jahr sich fühlbar machende Kalkwirkung auf leichten Böden sich vielleicht erklären lässt. Von Praktikern ist es wieder A. SCHULTZ-LUPITZ, der zuerst auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht haben dürfte. Er schreibt, „dass Klee und Erbsen erst im zweiten, noch besser im dritten Jahre nach der Mergelung an zu gedeihen fangen; die Lupine wuchs noch im zweiten Jahr freudig, erkrankte bereits im dritten nach der Mergelung an der Mergelkrankheit. Die Kartoffel zeigte im ersten Jahre eine grosse Ernte der schönsten Knollen, im zweiten Jahre ein wenig Schorf, vom dritten Jahre ab und so fort eine gänzliche Verschorfung der Oberhaut bei sonst guter Lohnung. Bei dieser Gelegenheit mag die Bemerkung stattfinden, dass nach den hiesigen Beobachtungen die Schorf-Krankheit am stärksten in trockenen Jahrgängen auftrat“.[1]) Diese von W. KETTE aufgenommene[2]) Ansicht finden wir dann auch bei A. STUTZER, der davon spricht, dass leichte Böden, die nur sehr geringe Mengen kohlensauren Kalk enthalten, auf eine Düngung mit Kalk gar nicht reagieren, wenigstens nicht im ersten Jahr.[3]) — Als Ursache möchte ich mit der Tatsache rechnen, dass zunächst der Mergel, mag es sich nun um Naturmergel handeln, oder vielleicht auch um nicht besonders feingemahlenen Handelsmergel, durch das kohlensaure Wasser der Bodenlösung nicht in besonders erheblichem Umfange in Lösung gehen dürfte, weil er, in verhältnismässig grösseren Stücken und Klumpen im Boden verteilt, dem Lösungsmittel eine nur geringe Oberfläche bietet. Ganz besonders gilt dies vermutlich, wenn es sich nicht um ein poröseres, weiches und erdiges Material, sondern um kristallinischen Kalkstein handelt, der an sich ja ohnehin schwerer löslich sein muss, wie dies auch TH. PFEIFFER bei seinen Versuchen durch verminderte Empfindlichkeit der Lupine feststellen konnte.[4]) Im Laufe der Zeit geht der Lösungsvorgang aber natürlich weiter und weiter, und wechselt, was vielleicht ganz besonders bedeutungsvoll ist, durch Verdunsten der Kohlensäure und zeitweise Trockenheit mit Wiederausscheidung des kohlensauren Kalkes aus der Bodenlösung in kleinen Häufchen, Fäden, Überzügen u. dgl. ab, wie das aus Gründen der Entstehung einer haltbaren Bodenstruktur von anderem Gesichtspunkt aus sehr wichtig ist.[5]) So kommt der kohlensaure Kalk, sobald er nicht von den Pflanzen aufgenommen wird, oder auch etwa zum Teil zur Auswaschung als Bikarbonat oder Nitrat, auch Sulfat, gelangt, zu wesentlich feinerer Verteilung im Boden, wozu noch hinzutritt, dass der sich aus Lösungen ausscheidende kohlensaure Kalk zunächst in leichter löslicher Form als amorphes Kalziumkarbonat[6]) erscheint. Die

[1]) Landw. Jahrb. **10**, 784 (1881).

[2]) W. KETTE, Lupinenbau, 9. Aufl., 24 (1891).

[3]) Mitteilungen der landw. Institute Breslau **1**, wo sich die Angabe finden soll, vermochte ich sie nicht zu entdecken; sie steht vermutlich an anderer Stelle.

[4]) Ebendort 7, 202 (1914).

[5]) P. EHRENBERG, Die Bodenkolloide, 2. Aufl., 508 (1918); 592 bes. 506.

[6]) Ebendort 581.

Folge ist, dass unter sonst gleichen Bedingungen die Löslichkeit des dem Acker zugeführten kohlensauren Kalkes und Kalkmergels zunächst ein oder zwei Jahre lang bis zur Erreichung eines gewissen Höchstgrades zunimmt, und ganz entsprechend auch die Wirkung des Kalziumkarbonates. Es war vielleicht nützlich, auch diesen Punkt im Zusammenhang hier einmal kurz zu behandeln. — Dass die Schorfkrankheit der Kartoffel, auf bakterieller Grundlage beruhend, nur mittelbar von dem Kalkgehalt des Bodens abhängig, bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung.

Ein Versuch von A. Emmerling [1]) sei endlich angeführt, den ich auch auf Grund des Kalk-Kali-Gesetzes zu erklären beabsichtige, während Emmerling zu einer abschliessenden Erklärung nicht ganz gelangte. Auf dem Staberhof auf der Insel Fehmarn zeigte sich bei einem früher mit Holz bestandenen, seit etwa 40 Jahren in Kultur befindlichem Boden, der auch einmal gemergelt worden war, die Erscheinung, dass der Klee- und Graswuchs in der warmen Zeit um Johanni verging. Die *Weide* wurde braun und starb ab, wenn nicht ein um den anderen Tag Regen fiel. Die Bodenanalyse ergab, dass Kalk stets reichlich vorhanden war, der Gehalt stieg bis zu $2^1/_2$ %. Gleichmässig arm erschien dagegen die Erde an Kali in allen Bodenschichten. Nicht viel besser stand es mit dem Phosphorsäuregehalt. Es zeigte nun auf diesem Boden erwachsener Rotklee, in der Blüte untersucht, folgende Zusammensetzung, neben der Emmerling die mittlere Zusammensetzung des Rotklees nach E. Wolffs Tabellen anführt.

100 Teile Reinasche enthielten:

	Von kleemüdem Boden	Mittlere Zusammensetzung nach Wolff
Phosphorsäure	6,50	9,87
Kali	18,98	32,15
Kalk	46,26	35,22

Offenbar vermochte der Klee auf dem sehr kalkreichen und kaliarmen Boden sich nicht genügend Kali anzueignen, weil die grosse, von ihm aufgenommene Kalkmenge ihn daran hinderte. Wir finden entsprechend dem Kalk-Kali-Gesetz auf dem kleemüden Boden fast nur die Hälfte an Kali, dagegen ein Drittel mehr an Kalk gegenüber der mittleren Zusammensetzung des Rotklees nach E. Wolff.

Auf dem gleichen Boden wuchs nun auch Weissklee, der gleichfalls untersucht wurde. Weissklee kommt bekanntlich noch bestens auf Böden fort, die Rotklee keinen geeigneten Stand mehr bieten. Ferner ist er lange dauernd, bis 10 Jahre, und kann häufiger auf demselben Boden wiederkehren, als der Rotklee. Alles dies deutet wohl schon darauf hin, dass er sich den Boden und die in ihm enthaltenen Pflanzennährstoffe wesentlich besser aufschliessen kann als der Rotklee. Auch das zwar bei weitem nicht so tief reichende, aber sehr dichte und vielverzweigte Wurzelbild

[1]) Landw. Wochenblatt für Schleswig-Holstein, 3—5 und 14—17 (1879); vgl. auch Biedermanns Zentralblatt 8, 578 (1879); Emmerling, Agrikulturchemische Untersuchungen, 239 (1895).

des Weissklees deutet hierauf hin und lässt den Rotklee um ein erhebliches hinter sich. Dass er in dieser Hinsicht überhaupt viele Pflanzen übertrifft, zeigt sich aus der Warnung, auf frischem, kräftigem Boden bei Mengsaaten nicht zu viel Weissklee zuzusetzen, da derselbe, hier gross und kräftig werdend, die anderen Pflanzen unterdrückt. Bei Wiesensaaten lässt man ihn auf solchem Boden deswegen auch ganz fort. Aus allen diesen Tatsachen dürfen wir wohl annehmen, wenngleich mir genaue Feststellungen darüber nicht bekannt sind, dass der Weissklee den Rotklee in der Fähigkeit, Kali aus dem Boden zu entnehmen, wesentlich übertrifft. Diese Tatsache würde bestens zu den Feststellungen von EMMERLING passen, nach denen auf dem gleichen Boden, auf dem der Rotklee nach dem Kalk-Kali-Gesetz durch zu reichlichen Kalkgehalt bei schwacher Kaliversorgung geschädigt wurde, Weissklee eine günstige Entwicklung zeigte. Es war nun der Gehalt der Asche von Weissklee in der Blüte:

In 100 Teilen Reinasche:

	Weissklee von kleemüdem Boden	Mittlere Zusammensetzung des Weissklee nach E. WOLFF
Phosphorsäure . . .	10,89	14,07
Kali	35,42	16,86
Kalk	23,72	32,31

Wir sehen hieraus, dass tatsächlich der Weissklee auf dem fraglichen Boden noch recht reichliche Kalimengen aufzunehmen vermochte, wesentlich mehr als der Rotklee und etwa das Doppelte des anderweit festgestellten mittleren Gehalts. Hiermit ging dann entsprechend dem Kalk-Kali-Gesetz eine Zurückdrängung des Kalkgehalts zusammen, der um ein Drittel vermindert erscheint. Natürlich konnte unter diesen Umständen der Weissklee sich noch gut entwickeln, während der Rotklee versagte. EMMERLING schloss auch aus seinen Zahlen, dass der Weissklee sich noch hinreichend mit Kali versorgen konnte, während dem Rotklee die Fähigkeit zu fehlen schien, sich diesen Nährstoff anzueignen. Nach seiner Ansicht kam noch hinzu, dass etwa durch den Stallmist dem Boden zugeführtes Kali vorwiegend in der Oberkrume geblieben sein wird, wo es von den flachergehenden Wurzeln des Weissklees besser aufgenommen werden könnte als von den besonders im zweiten Jahr vorwiegend aus der Tiefe schöpfenden Rotkleewurzeln. Auch die Erscheinung, dass die Pflanzen auf der erwähnten Weide bei viel Regen nicht derart leiden, ist nach den von mir auch an anderem Ort gegebenen Darlegungen leicht zu verstehen.[1]) Durch reichliche, häufige Niederschläge kommt es zu erheblicher Auswaschung von Kalk, so dass dann derselbe nicht mehr von den Pflanzen in übergrosser Menge aufgenommen werden kann und nicht, entsprechend dem Kalk-Kali-Gesetz, die Kaliaufnahme hindert. Der Rotklee konnte dann natürlich auch gedeihen, während sonst nur der Weissklee leidliche Lebens-

[1]) Vgl. unten S. 126 u. 127.

bedingungen fand. Auch aus Rothamsted wird mitgeteilt, dass die kalihungernden Weideflächen dort deutlich weniger Klee tragen als die reichgedüngten, wobei die tatsächliche Verminderung natürlich nach den klimatischen Verhältnissen des betreffenden Jahres schwankt.[1])

Chr. Mayr und Ahr[2]) fanden bei *Wiesen*düngungsversuchen, dass einseitige Phosphorsäuredüngung durch 6 *dz* Thomasmehl auf den Hektar die Ernte unter „ungedüngt" herabdrückte.[3]) Ich glaube, dass die dann von den Verfassern mitgeteilte Erklärung nicht ausreicht. Sie sagen: „Hinsichtlich der Phosphorsäure ergibt der Versuch dagegen überzeugend die ertragsvermindernde Wirkung einseitiger Zufuhr bei ausgesprochener Kalidüngebedürftigkeit. Unter diesen Verhältnissen wird die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes ungünstig beeinflusst. Der hierdurch gegebene Anreiz zu vermehrtem Bestand an schmetterlingsblütigen Pflanzen oft einseitiger Art, hier zum Beispiel von Wiesenplatterbsen, drängt unter bestimmten Witterungsverhältnissen die Entwicklung der Gräser etwas zurück, ohne bei der nicht ausreichenden Kaliernährung die Schmetterlingsblütler zu einer so kräftigen Entwicklung zu bringen, dass sie den Ertragsausfall zu decken vermöchten. Das Versuchsergebnis ist um so belehrender, als ähnliche Verhältnisse langjähriger, überwiegender oder gar einseitiger Thomasmehldüngung in der landwirtschaftlichen Praxis nur allzuoft zu beobachten waren." — Wie sollen aber hierbei nur schwach entwickelte kleeartige Pflanzen die Gräser „zurückdrängen"? Es liegt vermutlich auch hier eine Schädigung durch Kalk vor, der mit je 6 *dz* Thomasmehl ziemlich reichlich zugeführt wurde. In der Tat war in dem einen Jahr[4]) durch die Thomasmehldüngung eine Verminderung des Kaligehalts in der Ernte festzustellen, in zwei anderen Jahren, die ebenfalls durch den Kalk-Phosphorsäuredünger Ernteverminderungen zeigten, obwohl die Form geändert, die Menge herabgesetzt worden war,[5]) konnte nur eine kleine Vermehrung des Kaligehalts gegenüber „ungedüngt" ermittelt werden. Ähnliche Werte zeigten sich auch noch bei einem anderen Versuch derselben Wiese, wo auch zum Teil Kaliminderertrag durch den Kalk des Thomasmehls mit einer Minderernte an Pflanzenmasse zusammenfiel.[6]) Dass nach unseren beiden Schriftstellern solche Beobachtungen in der Praxis „nur allzuoft" gemacht wurden, verdient besondere Beachtung im Sinne meiner Ausführungen. —

Bald mehr, bald in geringerem Umfange, indessen wohl in der Regel mit erheblicher Deutlichkeit, wenn man dem Umstande Rechnung trägt, dass die Versuche für andere Zwecke angestellt wurden, hat sich der von mir verfolgte Gesichtspunkt in den vorgeführten Versuchsergebnissen wieder

---

[1]) E. J. Russell-H. Brehm, Boden und Pflanze, 54 (Dresden 1914. bei Th. Steinkopff).

[2]) Grundlagen der Wiesendüngung nach Ergebnissen von Dauerversuchen in Weihenstephan, Freising (1919).

[3]) a. a. O. 17—19.

[4]) a. a. O. 109.

[5]) a. a. O. 16 und 18.

[6]) a. a. O. 54 und 57.

finden lassen. Im wesentlichen werde ich wohl die wichtigsten, diesbezüglichen Feststellungen aus der Literatur vorgeführt haben. Doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass bei weiterer Prüfung der Literatur sich noch mancherlei Beachtenswertes in dieser Hinsicht finden lassen wird. **Für** dahingehende Hinweise, sowie für Mitteilungen aus der Praxis über entsprechende Beobachtungen und Erfahrungen würde ich natürlich besonders dankbar sein.[1]) Es wird gelten, durch erweiterte und sichere Klarlegung der mannigfaltigen von mir dargelegten Beziehungen eine für die Praxis gewiss gar nicht so selten in Frage kommende Ursache für mindere Erträge zu beseitigen und den Kalisalzen wie dem Kalk zu besonders nutzbringender Anwendung zu verhelfen.

Meine bisherigen Darlegungen dürften wohl geeignet sein, auch zweifelnde Gemüter, denen das bisherige Beweismaterial als noch nicht völlig ausreichend gilt — und dagegen ist auch von meiner Seite nichts einzuwenden —, wenigstens zu der Überzeugung zu bringen, dass hier ein Gebiet vorliegt, dessen baldigste, sorgfältige und exakte Bearbeitung die reichsten Früchte zu bringen verspricht. Bevor aber weitere Schlussfolgerungen und Erwägungen zu geben sind, müssen entsprechende Feststellungen nun auch noch für die Lupine und ihr ähnliche Pflanzen gegeben werden. Dieselben werden gleichfalls zur Stärkung meiner Beweise für das Kalk-Kali-Gesetz beitragen. Dabei ist natürlich darauf hinzuweisen, dass der von mir gemachte Unterschied, der diesen Pflanzen gewissermassen eine Sonderstellung zuteilt, nur der besseren Übersicht halber gemacht wurde. In Wirklichkeit bestehen wahrscheinlich, wie nahezu stets in der Natur, auch hier allerlei Übergänge, und die Mannigfaltigkeit der Naturerscheinungen wird sich nur schwer an irgendwelche Einteilungskünste in völlig befriedigendem Maße anpassen.

V. Literaturfeststellungen über das Kalk-Kali-Gesetz für die Lupine und ihr ähnliche kalkscheue Kulturpflanzen.

Wie bekannt, ist eine ganze Reihe von Pflanzen als „kalkscheu" bekannt, wie andere ihrem Verhalten nach als kalkholde bezeichnet werden.[2]) Es muss sich für mich hier lohnen, die kalkscheuen Pflanzen und mit ihnen etwa durchgeführte Versuche daraufhin zu prüfen, ob und inwieweit bei ihnen eine Anlehnung an die von mir hervorgehobenen Verhältnisse des Kalk-Kali-Gesetzes festzustellen ist.

Allgemein äussert sich H. EULER[3]) dahin, dass „der schädliche Einfluss des Kalkbodens ein in chemischer Hinsicht indirekter ist. Kalkscheue Bäume sammeln bereits auf kieselreichem Boden verhältnismässig grosse Kalkmengen an; auf kalkreichem Boden macht sich dann ihre Unfähigkeit, eine starke Kalkaufnahme zu verhindern, geltend, und beein-

[1]) Derartige Mitteilungen bitte ich an das agrikulturchemische Institut der Universität Göttingen, Nikolausbergerweg 7, zu richten.

[2]) Zuerst fand ich solche Angaben in der Literatur bei H. F. LINK, Florae Goettingensis specimen, Göttinger Dissertation, 2, weiter 40 und 41 ff. (1789).

[3]) H. EULER, Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie 2, 153 (1909).

trächtigt nach dem Gesetz der Massenwirkung die Absorption der übrigen notwendigen Metalle, besonders des Kaliums und Eisens".

Wenig berücksichtigt, doch wohl die eingehendste Mitteilung, die für uns bislang verfügbar war, stellt die Abhandlung von P. Fliche und L. Grandeau[1]) uns doch eine recht beachtenswerte Einleitung in den hier vorliegenden Gegenstand dar. Sie behandeln gleichfalls die Frage der kalkscheuen, kieselholden Pflanzen, von denen sie besonders die Bäume berücksichtigen, so vor allem die Seekiefer, dann die edle Kastanie, die Korkeiche, im Gegensatz zu kalkholden Bäumen, wie immergrüne Eiche und Aleppofichte (Ceder?).

Für die *Seekiefer* ist bereits vor rund 70 Jahren durch Graf Tristan [2]) festgestellt worden, dass sie auf gemergeltem Boden versagte, während sie auf den nicht mit Kalk behandelten Ländereien vorzügliches Wachstum aufwies. Auch Fliche und Grandeau fanden in den von ihnen untersuchten Gegenden, in denen durch die eigenartige Beschaffenheit des Geländes ausgesprochen kalkige Bodenabschnitte mit durchaus sandigen abwechseln, ein ganz ähnliches Bild.[3]) Die Sandböden tertiärer Herkunft waren sehr kalkarm, wie durch Analyse festgestellt wurde.

Diese Ermittelungen würden für meine Zwecke wenig besagen, sondern nur die Tatsache der Kalkfeindlichkeit der Seekiefer bezeugen. Aber bei Untersuchung der Asche dieses Baumes zeigte sich, dass gutgedeihende Bäume, die von kalkarmen Boden stammten, und schlechtgedeihende, auf kalkreichem Boden erwachsene, wesentliche Unterschiede aufwiesen,[4]) und zwar gerade nach einer für meine Beweisführung sehr wesentlichen Richtung hin.

Gehalt an Pflanzennährstoffen für	Gut wachsende Seekiefer	Schlecht wachsende Seekiefer
Phosphorsäure	9,0	9,14
Kieselsäure	9,18	6,42
Kalk	40,20	56,14
Eisenoxyd	3,83	2,07
Magnesia	20,09	18,80
Kali	16,04	4,95
Natron	1,91	2,52

Der Kalk ist bei den gutwachsenden Seekiefern um etwa $^1/_4$ geringer vertreten als bei den schlechtwachsenden, dafür aber der Kaligehalt auf mehr als das Dreifache erhöht. Oder, anders gesprochen, die starke Kalkaufnahme hat bei den schlechtwachsenden Seekiefern eine Verminderung des Kaligehalts bedingt, die wohl nicht mit Unrecht auch von den hier angeführten Forschern als Ursache der kümmerlichen Entwicklung dieser Pflanzen angesehen wird, da ihrer Ansicht nach dadurch eine wesentliche

[1]) Annales de Chemie et de Physique (4) 29, 383 (1873).
[2]) Ch. des Moulins, Actes de la sociétée linnéenne de Bordeaux 15, 17—21 (1848).
[3]) a. a. O. 402.
[4]) a. a. O. 407.

Verminderung der Stärkebildung bedingt ist. FLICHE und GRANDEAU nehmen auch für die anderen, kalkscheuen Bäume die gleichen Beziehungen an, zumal für die ***edle Kastanie***, die bereits M. A. P. DE CANDOLLE als kalkscheu bzw. kieselhold bezeichnete.[1])

Die genannten Forscher brachten nämlich auch für diesen Baum Angaben,[2]) die ebenso wie ihre Feststellungen bei der Seekiefer mein Kalk-Kali-Gesetz bestätigen. Die bereits von MATHIEU [3]) und genauer von A. CHATIN [4]) ermittelte Kalkfeindlichkeit [5]) der echten Kastanie wurde von P. FLICHE und L. GRANDEAU weiter erhärtet,[6]) besonders konnten diese aber wieder feststellen, dass die gut gedeihenden, auf kalkarmem Boden gewachsenen Kastanien erheblich weniger Kalk und erheblich mehr Kali in ihrer Asche aufwiesen, als die schlecht gedeihenden Kastanien vom kalkreichen Boden.

Gehalt an Pflanzennährstoffen für	Gut wachsende edle Kastanie		Schlecht wachsende edle Kastanie	
	Blätter	Holz	Blätter	Holz
Phosphorsäure	12,3	4,5	12,5	4,3
Kieselsäure	5,8	3,1	1,5	1,4
Kalk	45,4	73,3	74,6	87,3
Eisenoxyd	1,1	2,0	0,8	1,3
Magnesia	6,6	4,0	3,7	2,1
Kali	21,7	11,7	5,8	2,7
Natron	3,9	0,0	0,7	0,3

Diese Zahlen dürften wieder schlagend auf den Einfluss der hohen Kalkmengen im Boden für die Kaliaufnahme durch die kalkscheuen Pflanzen hinweisen, ebenso auf das damit zusammenhängende Steigen der Kalkanteile in der Pflanzenasche,[7]) sowie das sehr starke Sinken des Kaligehalts darin. Auf den gleichen Böden aber, auf denen bei FLICHE und GRANDEAU Seekiefer und edle Kastanie übereinstimmend als kalkscheue Pflanzen unser Kalk-Kali-Gesetz bestätigten,[8]) wies dagegen nach den gleichen Forschern *Cytisus laburnum* weder in Sprossteilen noch im Samen irgendwie nennenswerte Unterschiede im Kalk- oder Kaligehalt auf, da Cytisus laburnum als kalkholde Pflanze [9]) nicht die Empfindlichkeit gegen die zurückdrängende Wirkung des Kalkes gegenüber der Kaliaufnahme besitzt.[10])

[1]) Physiologie végétale 3, 1239, Paris (1832).

[2]) Annales des Chemie et de Physique (5) 2, 354 (1874).

[3]) A. MATHIEU, Flore forestière, 1. Aufl., 213, Nancy (1858).

[4]) Bull. Soc. bot., 194 (1870).

[5]) Die Kastanie wird dabei in bezug auf Kalkfeindlichkeit mit dem Heidekraut und dem Königstraubenfarn auf die gleiche Stufe gestellt Vgl. z. B LAMY DE LA CHDPELLE, Plantes aquatiques de la Haute Vienne, Limoges 1868; CH. CONTEJEAN und andere wiesen einige angebliche Ausnahmen als auf irrtümlicher Beobachtung beruhend ab; vgl. Géographie botanique, 21, Paris (1881); weiter ebendort 49.

[6]) Annales de Chimie et de Physique (5) 2, 359 u. f. (1874).

[7]) Eine Verminderung des Eisengehalts ist zwar vorhanden, aber wohl unbedeutend.

[8]) Annales de Chimie et de Physique (5) 18, 284 (1879).

[9]) Ebendort.

[10]) Ebendort 277 und 283.

Auch die Schwarzkiefer weist nach den gleichen Forschern in den Nadeln eine dem Kaligehalt gerade entgegengesetzte Bwegung des Kalkgehaltes auf,[1]) obwohl sie sonst nicht als kalkscheu bezeichnet werden kann.

A. ENGLER nimmt die Frage der Kalkempfindlichkeit der *edlen Kastanie* neuerdings wieder auf.[2]) Nach seinen Ermittelungen in der Schweiz wächst zwar hier der Baum auf Böden mit nicht geringem Kalkgehalt, aber immer nur dort, wo nach Lage der Dinge die Kaliversorgung eine gute ist. Freilich ist ENGLERS Beweisführung keine den Agrikulturchemiker von Fach irgendwie zwingende, und sogar die Probenahme und anderes erscheint nicht als ausreichend. Indessen bleibt, wenn man die Ausführungen eben überhaupt verwenden will, doch die Ansicht des Schweizer Forschers übrig, dass der echten Kastanie nur durch genügende Kalizufuhr das Wachsen auf kalkreicheren Böden ermöglicht wird. Die nur schwache Begründung der Ansicht ENGLERS wird vielleicht durch den Umstand verbessert, dass auch andere Forscher bezüglich der edlen Kastanie gleichen Anschauungen huldigen. So teilt z. B. ganz ähnlich PICCIOLI mit,[3]) dass die edle Kastanie in stärker kalkhaltigem Boden zugrunde geht, falls nicht ein Überschuss von Kali der Pflanze die grössere Kalkmenge erträglich macht, und H. Graf ZU SOLMS-LAUBACH vertritt nach EULER gleichfalls die Meinung, dass für sie grössere Kalkmengen die Kaliaufnahme behindern.[4]) Mein diesbezüglicher Gesichtspunkt ist bereits vor 4 Jahren ziemlich deutlich zum Ausdruck gebracht worden.[5])

Wir sehen somit, dass bei diesen kalkscheuen Waldbäumen, besonders Seekiefer und edle Kastanie, sich das Kalk-Kali-Gesetz recht deutlich kennzeichnet. Durch Verstärkung der Kalkaufnahme leidet die Kaliversorgung der Pflanzen und damit ihre ganze Entwicklung. Gelingt es, die Kaliaufnahme irgendwie zu steigern, so gedeihen die Pflanzen. Dass diese Waldbäume die Erscheinung so stark zeigen, ist offenbar dadurch bedingt, dass sie wohl, durch Anpassung an kalkarme Böden, eine starke Fähigkeit, den Kalk des Bodens sich anzueignen, erworben haben, und daher auf kalkreicheren Böden sich gewissermassen mit Kalk innerlich überschwemmen. Ganz ähnliche Werte, bei denen gleichfalls für eine Reihe von wilden Pflanzen bzw. Kulturvarietäten mit dem Wachstum auf Kalkboden eine hervorstechende Herabsetzung des Kaligehaltes regelmässig zusammengeht, sind von MALAGUTI und DUROCHER ermittelt worden. Sie fanden,[6]) wobei noch bemerkt sei, dass Angaben über die Gehalte an Eisenoxyd fehlen, als Gehalt der Asche in hundert Teilen:

---

[1]) P. FLICHE und L. GRANDEAN, Annales de chimie et de physique (5) **11**, 239 (1877).

[2]) Berichte der schweizerischen botanischen Gesellschaft **9**, 29 (1901); weiter 33.

[3]) Stazion speriment. agrar. ital. **34**, 745 (1901).

[4]) H. Graf ZU SOLMS-LAUBACH, Die leitenden Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie, Leipzig (1905). Ich konnte hierin eine derartige Äusserung nicht aufinden.

[5]) P. EHRENBERG und O. NOLTE, Journal für Landwirtschaft **62**, 279 (1914).

[6]) Annales de Chimie et de Physique (3) **54**, 257 bzw. Tafel A und C (1858); wesentlich gekürzt in Annales des Sciences naturelles (4), Botanique **9**, 222 (1858) und Comptes rendus von 1856 an.

Pflanze	Boden	Phosphorsäure	Kieselsäure	Kalk	Magnesia	Kali	Natron
Brassica Napus	Tonschiefer	14,3	11,3	19,5	2,0	25,4	3,0
„ „	Kalk	6,1	9,2	43,6	2,4	12,3	5,6
Reseda luteola[1])	Tonschiefer	5,4	12,4	17,1	5,4	32,8	5,2
„ „	Kalk	5,6	6,8	41,2	2,9	25,5	4,9
Trifolium incarnatum	vorwiegend Ton	4,2	22,4	26,7	4,6	28,7	4,8
„ „	Kalk	4,6	12,6	36,2	4,8	19,1	13,5
Trifolium pratense	Tonschiefer	5,9	17,1	29,7	8,3	27,3	1,0
„ „	Kalk	1,8	12,3	43,3	3,1	9,6	4,8
Allium porrum	Tonschiefer	5,9	11,5	11,4	3,7	42,4	2,0
„ „	Kalk	6,0	10,5	22,6	3,2	40,2	2,3
Brassica oleracea var. bullata	Tonschiefer[2])	12,8	4,9	13,6	2,3	etwa 40,0	etwa 8,0
Desgl.	Kalk	16,3	4,4	28,0	3,0	28,2	6,4
Dactylis glomerata	Granit	5,3	37,7	6,5	2,3	33,8	5,4
„ „	Kalk	5,3	41,5	6,2	1,3	30,6	4,4
Quercus pedunculata	toniger Sand	9,3	3,1	54,0	7,5	19,8	Spur
„ „	Kalk	7,4	1,4	70,1	5,0	11,6	2,2
Herniaria glabra[3]) (Bruchkraut)	Kieselsand[4])	11,3	24,6	19,9	10,0	16,0	Eisenoxyd 5,4
	Dolomitsand[5])	10,4	2,6	43,6	28,3	5,8	3,4

Bei allen diesen Werten, die sämtliche in bezug auf das Wachstum auf Kalk bzw. kalkarmem Boden vergleichbare Zahlen der erwähnten Arbeit wieder geben, findet sich nahezu stets eine Bestätigung meines Kalk-Kali-Gesetzes. Nur Allium porrum weist keinen hervorstechenden Einfluss des Kalkgehaltes im Boden und in der Pflanze auf. Man müsste ihm daher eine besonders starke Fähigkeit zuschreiben, das Kali des Bodens sich anzueignen, oder es kommen für dieses Zwiebelgewächs besondere Tatsachen

[1]) Der Vergleich passt nicht ganz, da einmal auf Tonschiefer „Reseda luteola", auf Kalkböden „Reseda lutea" in Frage kommt.

[2]) In der Zusammenstellung a. a. O., Tafel A, fehlen die Zahlen für Kali und Natron. Wenn man sie aber aus der Summe der Werte, die sich überall zu 100 ergänzen, berechnet und annimmt, dass der Natrongehalt nicht wesentlich von dem Natrongehalt auf Kalkboden abweicht, er ist oben mit etwa 8 *g* angesetzt, so erhält man für den Kaligehalt 40,0 %. In der ganzen Tabelle zeigt sich nirgends der Natrongehalt des anderen Bodens nennenswert höher als der Natrongehalt des Kalkbodens, im Gegenteil, meist liegt die Sache umgekehrt. Deshalb glaube ich mit der Annahme von 8 *g* Natron in diesem Fall durchaus das Richtige zu treffen.

[3]) Nach C. Roethe, Bericht des natur-historischen Vereins zu Augsburg 20, 148 (1869); die Kaligehalte sind in Wirklichkeit noch stärker unterschieden, da Roethe angibt:

	Kali	Chlorkalium
Für Kieselsand	16,0	9,6
„ Dolomitsand.	5,8	1,4

[4]) Mit 0,26 % CaO und 0,16 % MgO.

[5]) Mit etwa 55½ % CaO und 43 % MgO.

in Betracht.[1]) Dactylis glomerata hat auf Kalkboden nicht mehr Kalk aufgenommen als auf Granitboden, vermag somit auch für den Kaligehalt keine wesentlichen Unterschiede aufzuweisen. Sonst aber ist in 6 von 8 bezw. 7 von 9 Fällen die Erscheinung wohl mit aller wünschenswerten Deutlichkeit zu erkennen. Ob etwa Untersuchungen von FLICHE und GRANDEAU, die sich mit Heidekrautarten und deren Stellung zum Kalk beschäftigen,[2]) noch weitere Daten dieser Art bringen, erscheint mir zwar nicht unwahrscheinlich, doch war es mir leider unmöglich, die fragliche Zeitschrift einzusehen.

Dagegen stellten die beiden Forscher fest, dass eine kalkholde Pflanze, wie Cytisus laburnum[3]) beim Wachsen auf Kalk- wie auf Kieselboden keine nennenswerten Unterschiede weder im Kali- noch im Kalkgehalt der Asche vom Hundert aufweist.

Sprossachsen ohne Blätter	Natron	Kalk	Kali	Eisenoxyd	Phosphorsäure
Von Kieselboden . .	3,05	27,15	23,77	3,05	16,74
„ Kalkboden . . .	12,68	29,23	24,50	2,74	11,57

Ganz entsprechend verhielten sich von beiden Bodenarten stammende Samenkörner der Pflanze.[4])

Eine nahezu allgemein als kalkscheu bekannte Pflanze ist *Sarothamnus scoparius*, der *Besenginster*. H. Graf zu SOLMS-LAUBACH bezeichnet ihn als „ganz kalkfeindlich“,[5]) wozu noch auf die z. B. von CH. CONTEJEAN aufgezählten Einzelfälle hingewiesen sei.[6]) Dieser sagt in Verfolg der dargelegten Misserfolge bei der Kultur von Sarothamnus in kalkhaltigem Boden, es sei klar, dass dieselben dem Kalk zuzuschreiben sind.[7]) Allerdings bleibt auch hier ein Widerspruch nicht aus. M. BÜSGEN berichtet, dass unsere Pflanze auch auf kalkreichem Boden wachse und Frucht bringe. Sie mache nur in der Jugend eine mit Chlorose verbundene Zeit der Schwäche durch.[8]) Indessen hat BÜSGEN für seine Versuche einen tonreichen Muschelkalk verwendet, so dass es nicht ausgeschlossen erscheint, dass in dem Ton grössere Kalimengen vorhanden waren und die Verhältnisse, wie sie meiner Ansicht nach betrachtet werden müssen, verscheint, dass in dem Ton grössere Kalimengen[9]) vorhanden waren und die

[1]) Entwicklung zu einer Zeit, die der Lösung des Kalkes im Boden ungünstig war.

[2]) Annales des Sciences agronomiques de Nancy (1885).

[3]) P. FLICHE und L. GRANDEAU, Annales de Chimie et de Physique (5) 18, 260 (1879).

[4]) Ebendort, 277 bzw. 283.

[5]) H. Graf zu SOLMS-LAUBACH, Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie, 107, (1918).

[6]) CH. CONTEJEAN, Géographie botanique 96, 139, Paris (1881); ebendort 51/52.

[7]) Ebendort 53.

[8]) Botanische Jahrbücher 50, Ergbd., Jubelfestband für A. ENGLER, 534 (1914).

[9]) Man vergleiche diesbezügliche Hinweise bei SAINT-LAGER, der auf die Bedeutung der Beimischung von Silikaten zu Mergeln u. dergl. für die Ermöglichung des Wachstums kalkscheuer, kieselholder Pflanzen hinweist. Unten S. 83, Anm. 3 und 7.

[10]) Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturchemie 10, 187 (1888).

Kalkgehalt, wenn er sich in der natürlichen Flora ausprägen soll, um so höher sein muss, je toniger der Boden ist. Weiterhin glaubt BÜSGEN, es sei zunächst ein Beweis dafür, dass der Kalk die Kaliaufnahme beeinträchtige, auch nicht zu erbringen,[1]) steht dieser Anschauung überhaupt aber gar nicht so skeptisch gegenüber.

Bei Prüfung seiner Versuchsergebnisse scheint es mir zudem nicht möglich, ihm in der Deutung derselben völlig zuzustimmen, da die wenigen vorhandenen Analysen recht widerspruchsvolle Zahlen brachten.[2]) Abgesehen hiervon ist aber besonders zu beachten, dass BÜSGEN für seine Versuche den Boden nur bis auf $^1/_2$ m Tiefe ausschachtete und durch Sand bzw. tonreichen Muschelkalk ersetzte.[3]) Es ist somit äusserst wahrscheinlich, dass die Pflanzen, welche auf dem Sandbeet schon nach 2 Jahren Manneshöhe erreichten, auf dem Kalkbeet aber nur brusthoch blieben, ihre Wurzeln tiefer in den Boden schickten und somit z. T. in ganz andersartigem Erdreich standen. Da weiter noch die Frage der Kaliversorgung gar keine Beachtung gefunden hat, so ist es nicht angängig, diese Versuche für uns hier als irgendwie entscheidend anzusehen, um so weniger, als die auf Kalk angebauten Pflanzen doch in 5 Jahren zum überwiegenden Teil abgestorben waren, die Sandpflanzen nach 6 Jahren die anderen weit überwachsen hatten.

Vielleicht sei hier noch angeführt, dass z. B. A. MAGNIN[4]) von der Erhebung der kalkhaltigen Juraberge aus der tertiären Ebene das volkstümliche Sprichwort mitteilt: „der Besenginster steigt nicht ins Gebirge." Weiter, dass E. STAHL[5]) in dem von thüringischem Muschelkalk gebildeten Erdboden des Jenenser botanischen Gartens für Sarothamnus scoparius ein besonderes Sandbeet einrichten musste, um ihn zu erhalten; wie auch G. KRAUS[6]) fand, dass die Pflanze sowohl im wilden Zustand wie im Garten den Kalk ablehnte. Das gleiche Ergebnis erhielten F. WETZEL und VERNIER.[7]) RUSSEL ist in der Lage gewesen, die Pflanze auf kalkreicherem Boden, mit nämlich $6^3/_4$ % Kalkgehalt, zu beobachten, und bemerkte dabei, dass sie nur dort Krankheitserscheinungen aufwies, wo der Boden unter ihr nicht rot und eisenreich war.[8]) Über den Kalkgehalt bei diesem Versuch vermag man nur Vermutungen zu äussern, insofern der Boden ein „sandiger Mergel mit vielen zerreibbaren Kalkkörnchen" gewesen ist und Pflanzen tonreichen Bodens in der Nähe gewachsen sein sollen. Ganz kaliarm scheint das Erdreich in der Nähe der Pflanzen also nicht gewesen zu sein, obwohl natürlich jede

---

[1]) Botanische Jahrbücher 50, Ergbd., Jubelfestband für A. ENGLER, 537 (1914).

[2]) Ebendort.

[3]) Ebendort 531.

[4]) La végétation des Monts Jura, in: Bésançon et la Franche Comté (1893).

[5]) E. STAHL, vgl. BÜSGEN a. a. O. 528. Vgl. auch unten 85.

[6]) G. KRAUS, Boden und Klima auf kleinstem Raum, Jena (1911).

[7]) CH. CONTEJEAN, a. a. O. 51; weitere Beispiele an gleichem Ort.

[8]) Nach Angabe von BÜSGEN, a. a. O. 531, die aus Roux entnommen ist. Vgl. noch unten S. 107.

Sicherheit für diese Annahme fehlt. Immerhin sei darauf aufmerksam gemacht, dass bei RUSSEL die Sarothamnuspflanzen in Gesellschaft von Tussilage farfara wuchsen, und dass schon C. SPRENGEL von dieser Pflanze erwähnt, dass sie reich an Kali sei und immer da anzutreffen, wo der Untergrund viel Kali enthält.[1])

H. FISCHER weist darauf hin, dass Sarothamnus noch in recht stark mit Kalk versetztem Boden fortkommt, wenn man ihm grössere Mengen von Eisensalz zufügt. Das entspricht der oben angeführten Beobachtung von RUSSEL, und weist auf ähnliche Verhältnisse hin, wie wir sie von der Lupine und Serradella kennen lernen werden.[2]) SAINT LAGER berichtet von Sarothamnus: „Der Besenginster hinterlässt beim Verbrennen eine an Kali reiche Asche, wie das wohl alle Landleute wissen.“ Im Anschluss hieran hebt er die Bedeutung des Kalis für das Fortkommen der Pflanzen hervor,[3]) ja, er nennt den Sarothamnus geradezu „kalihold“.[4])

Auch CH. E. LANGETHAL gibt von unserer Pflanze an, dass sie nicht auf Kalk wachse.[5]) Man beachte, dass Sarothamnus dort, wo er auf Kalkboden zu wachsen gezwungen ist, nach CONTEJEAN, RUSSEL wie BÜGSEN und anderen mangelhafte Grünfärbung, also mit anderen Worten Chlorose aufweist. BÜSGEN sagt denn auch im allgemeinen, dass als sicherste spezifische Wirkung des Kalkes wohl die Chlorose anzusehen sei.[6]) Ohne dass somit die vorliegenden Unterlagen dazu ausreichen dürften, zu der Frage der Einwirkung des Kalk-Kali-Gesetzes auch für diese Pflanze Stellung zu nehmen, so darf man zunächst doch wohl sagen, dass spätere neue Experimentaluntersuchungen unter Berücksichtigung der hier vorgelegten Kenntnisse nach Lage der Dinge zum mindesten aussichtsvoll erscheinen. Ich vermeide es hier, um die bereits ohnehin nicht ganz knappe Darstellung nach Möglichkeit nicht weiter zu belasten, noch andere Wildgewächse zur Besprechung heranzuziehen, obwohl man hier aus botanischen Fachzeitschriften und Abhandlungen noch so manches Beispiel beibringen könnte.[7]) Die ausführlichsten Versuche solcher Art sind wohl von ROUX veröffentlicht, der ebenso wie R. BRAUNGART auch eine weitgehende Literaturzusammenstellung bringt.[8]) Allerdings können seine Versuche den Agrikulturchemiker im allgemeinen nicht sonderlich befriedigen, und da ihm weiter

[1]) C. SPRENGEL, Lehre vom Düngen 280 (1839).

[2]) Vgl. dazu unten S. 104.

[3]) Annales de la société botanique de Lyon 3, 83 u. f. bzw. 85 (1876).

[4]) Ebendort 4, 53 (1877).

[5]) CH. E. LANGETHAL, Pflanzenbau, 5. Aufl., 2, 163 (1874).

[6]) BÜSGEN, a. a. O. 530.

[7]) Zum Teil werden dabei die kalkfeindlichen bzw. kieselholden Pflanzen auch geradezu als kalihold bezeichnet, so von SAINT-LAGER. Vgl. diesen noch: Annales de la société botanique de Lyon 4, 53 (1877); 5, 179 (1878); 6, 25, 39 (1879); weiter M. PAYOT, ebendort 4, 34 (1877).

[8]) ROUX, Traité historique, critique et expérimentale des rapports des plantes avec le sol et de la chlorose végétale. Montpellier, Masson et Cie. (1900); R. BRAUNGART. Journal für Landwirtschaft 27, 423, 481 (1879); 28, 59, 155 (1880).

das uns hier besonders fesselnde Kalk-Kali-Gesetz natürlich noch unbekannt war, so sind von meinem Standpunkt aus seine Angaben zwar recht beachtenswert, doch nicht so massgeblich, um ihnen hier noch eingehende Darlegungen zu widmen. Ich war ja hier auch nur im Zusammenhang mit den Arbeiten von Fliche und Grandeau und einigen anderen Forschern auf die Hervorhebung einzelner Fälle von kalkscheuen Wildpflanzen zu sprechen gekommen.

Bevor ich mich weiter mit denjenigen von unseren Kulturpflanzen, denen man die Bezeichnung „kalkscheu" in grösserem oder geringerem Umfange beizulegen vermag, weiter beschäftige, sei ein kurzer Hinweis darauf erlaubt, seit wann man denn die Beobachtung der Kalkfeindlichkeit bei Wildpflanzen auch auf unsere Kulturpflanzen übertragen und deren Bedürfnisse in dieser Richtung hervorgehoben hat.

Über Kalkempfindlichkeit von wilden Pflanzen, die der Hand des Menschen nicht wie unsere Kulturpflanzen und schliesslich auch die Waldbäume unterworfen sind, ist bekanntlich bereits seit langen Jahren geschrieben worden.[1]) Einer der ersten Forscher, der auf diesem Gebiet eingehende Angaben brachte und dazu die bis zu seiner Zeit in Betracht kommende Literatur ziemlich ausführlich besprochen haben dürfte, ist F. Unger,[2]) der übrigens, was uns hier besonders fesseln muss, sein Augenmerk auch auf die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen richtete. Er weiss aber nur davon zu sprechen, dass Getreidefelder auf Übergangskalk die 6—7-, in guten Jahren sogar 10 fache Ernte geben, während die Felder auf Tonschiefer die 2—3-, bestenfalls 5 fache Ernte bringen. Weiter finden sich zwar bei ihm allgemeine Redewendungen, die weitere Erkenntnisse bei ihm vorauszusetzen scheinen, aber das ist auch alles.[3]) Lupine und Serradella, edle Kastanie und Seekiefer und andere, die uns hier besonders fesseln würden, kommen, soweit ich feststellen konnte, nicht unter den von Unger aufgeführten Pflanzen vor, wie das ja schliesslich nicht besonders verwunderlich erscheint. Etwas mehr in dieser Hinsicht bietet Durocher.[4])

O. Sendtner[5]) bringt dann, an Unger anschliessend, weitere Literatur, und besonders neue Mitteilungen zur Frage der Kalkempfindlichkeit wildwachsender Pflanzen. Er stellt, meines Wissens als erster, die Ansicht auf, dass es sich bei kalkscheuen Pflanzen nicht sowohl um Vorliebe für andere Bodeneigenschaften handele, sondern vielmehr um eine

---

[1]) Eine Einteilung der Pflanzen nach ihrem Gehalt an Kalk, Kali und Kieselsäure, nicht aber nach ihren Bedürfnissen an diesen Stoffen oder ihrer Abneigung gegen dieselben hat bereits J. v. Liebig in seiner Agrikulturchemie, 5. Aufl., 202 (1843) gebracht.

[2]) F. Unger, Über den Einfluss des Bodens auf die Verteilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nordöstl. Tirols, 157 u. f. (Wien 1836).

[3]) Ebendort 188.

[4]) Nach Journal für Landwirtschaft 27, 493 (1879); vgl. auch K. Birnbaum ebendort 503, Anm. 2.

[5]) O. Sendtner, Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns, 296, (München 1854).

giftige Wirkung des Kalkes auf diese Gewächse.[1]) Unser Forscher ging dabei von seinen Beobachtungen an Moorpflanzen aus. Bei seiner Aufzählung der in Südbayern überhaupt angetroffenen Kulturpflanzen aber [2]) findet sich nur Lupinus angustifolius von den uns hier wichtigen Pflanzen, aber ohne jeden Hinweis auf etwaige Abneigung gegen Kalk.[3]) Auch A. Kerner, der sich in der Anschauung von der unmittelbar nachteiligen Wirkung des Kalkes auf die kalkscheuen Pflanzen mit Sendtner berührt, und noch reiche Literatur verwendet,[4] bringt nichts über landwirtschaftlich benutzte Pflanzen; noch weniger für unsere Zwecke hier natürlich A. Hoffmann,[5]) der zum mindesten die Kalkbedürftigkeit bestimmter Pflanzen ablehnt,[6]) sich für die kalkscheuen[7]) aber ähnlichen Ansichten zuneigt, ohne sich hier mit gleicher Bestimmtheit zu äussern. Dagegen gilt etwa von H. v. Mohl,[8]) dass dieser doch für kalkscheue Pflanzen eine Giftigkeit grösserer Kalkmengen annimmt; aber von landwirtschaftlich wichtigen Pflanzen sagt er ebenfalls nichts. Während so die Vertreter der eigentlichen Botanik, wie das nahe liegt, den Kulturpflanzen wenig Beachtung in der uns hier wichtigen Hinsicht schenkten, ist das bei landwirtschaftlichen und agrikulturchemischen Fachgenossen etwas anders gewesen.

Zunächst finden wir verschiedene, wenn auch undeutliche Hinweise über die Wirkung des Kalkes auf einzelne Unkräuter, nach denen dieselben infolge einer Kalkung oder Mergelung vergehen und verschwinden sollen. Später wird noch gelegentlich hierauf zurückzugreifen sein. Auch halte ich es nicht für angezeigt, neuere Beobachtungen dieser Art zu bringen, da ja heutzutage, und schon seit manchem Jahr, mit der vollkommeneren Bodenkultur, wie sie sich auch durch eine Kalkung oder Mergelung kennzeichnet, noch allerlei anderweitige Bekämpfungsmassnahmen des Unkrauts teils bewusst, teils unbewusst sich im landwirtschaftlichen Betriebe vereinen. Aber manche Angabe aus alter Zeit dürfte doch in der Richtung zu verwenden sein, dass wenigstens die Möglichkeit einer Schädigung gewisser Unkrautpflanzen durch Kalkung oder Mergelung besteht. Das ist, worüber sich weiter unten noch Angaben finden, ziemlich sicher beim kleinen, wilden Spörgel der Fall. Ferner bringt uns schon F. Home die Angabe, dass man durch Mergel das Pfriemenkraut (broom, Besenginster, Sarothamnus scoparius) sehr glücklich vertilgt habe.[9]) Nach dem über diese Pflanze oben[10]) Gesagten kann diese Erfahrung nicht überraschen.

---

[1]) a. a. O. 338, 340.

[2]) O. Sendtner, a. a. O. 588.

[3]) Weitere Literatur über Kalkfeindlichkeit von Pflanzen u. a. auch bei Ch. Contejean 34 ff. (Paris 1881).

[4]) Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien **13**, 245 (1863).

[5]) Botanische Zeitung **23**, Beilage 1, besonders 75, wo Literatur.

[6]) Ebendort 87.

[7]) Ebendort 89.

[8]) Vermischte Schriften botanischen Inhalts, Tübingen 1845. 393, bes. 396 und 415 und Literatur 398.

[9]) Grundsätze des Ackerbaues, übers. v. Ch. Wöllner, Berlin, 173, (1763).

[10]) S. 81 u. f.

Die Wucherblume (buddle, boodle) und eine andere, „walder" genannte Pflanze sollen nach englischen älteren Literaturhinweisen gleichfalls auf einem Sandacker durch Düngung mit gebranntem Kalk beseitigt worden sein.[1]) Dass auf Wiesen durch Mergelung das Moos zerstört wurde, gilt schon um die Mitte des 18. Jahrhunderts im hannoverschen Amte Ertzen als bekannt.[2])

Neben den Wildgewächsen, die sich durch geringere oder grössere Kalkempfindlichkeit auszeichnen, und für die nach dem Angeführten zum mindesten die Möglichkeit recht nahe liegt, dass die Heranziehung des von mir angenommenen Kalk-Kali-Gesetzes uns zu weiterer Klärung führen würde, sind auch Kulturpflanzen in erheblicher Reihe zu erwähnen, die gleichfalls für den Landwirt und Agrikulturchemiker doch schon vielfach seit erheblicher Zeit als kalkfeindlich oder kalkempfindlich gelten.

Von den bereits oben besprochenen Pflanzen kann als hierher gehörig zum Teil vermutlich bereits der *Buchweizen* angesehen werden, der nach einer Notiz von mir, der ich leider nicht weiter nachgehen konnte, in der Literatur oder in einer Vorlesung als für kalkreicheren Boden „unverträglich" bezeichnet wurde. Auch K. SPRENGEL sagt, dass „der Kalk am wenigsten wohl das Wachsen des Buchweizens begünstige".[3]) Und bei einer Besprechung des silbergrauen Buchweizens[4]) wird geraten, Ton-, Mergel- und Kalkböden von der Buchweizenkultur auszuschliessen. CH. CONTEJEAN[5]) spricht wenigstens davon, dass im Gegensatz zum Kalkbedürfnis der meisten Getreidepflanzen sich der Buchweizen an den allermagersten Kieselboden anzupassen vermöge und rechnet ihn an anderem Ort unter die kalkscheuen Pflanzen.[6])

A. BLOMEYER findet, dass Buchweizen am wenigsten auf schweren Tonböden und ausgesprochenen Kalkböden gedeihe, für mässige Kalkdüngungen aber dankbar sei[7]) Dabei mag daran erinnert sein, dass Kalk durch Aufschliessung des Bodens in gewissem Umfange ja gerade Kali für die Pflanzen löslich zu machen vermag.[8]) Auch CH. E. LANGETHAL spricht davon, dass Buchweizen Kalkmergelboden nicht als zusagend empfand.[9]) DÜCKER-VOLKMARST nennt Buchweizen kalkfeindlich,[10]) ähnlich äussert sich F. BRUNS.[11])

Von unmittelbaren Versuchen sei zunächst einer angeführt, der meiner Überzeugung nach, wenn ihm auch Schattenseiten anhaften, so doch die

---

[1]) Museum rusticum et commerciale, übers. Leipzig, 1764—8, zit. ANDREAE, Erdarten, 258, Hannover 1769.

[2]) ANDREAE, a. a. O. 214.

[3]) K. SPRENGEL, Lehre vom Düngen, 298, Leipzig (1839).

[4]) Deutsche landw. Presse **10**, 169 (1883).

[5]) Géographie botanique 8, Paris (1881).

[6]) Ebendort 138.

[7]) A. BLOMEYER, Kultur der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen **1**, 452, 461, Leipzig (1889).

[8]) M. HOFFMANN-A. ORTH, Kalk- und Mergeldüngung, 214 (1918).

[9]) CH. E. LANGETHAL, Pflanzenbau, 5. Auflage, **3**, 80 (1874).

[10]) Illustrierte landw. Zeitung, **36**, 293 (1916).

[11]) Ebendort 279. Vgl. auch oben 38, Anmerkung 6.

Empfindlichkeit des Buchweizens gegen grössere Kalkgaben ziemlich deutlich dargelegt. J. Fittbogen fand nämlich, dass im Mittel zweier Gefässernten — die übrigens recht gut übereinstimmen, wie an Ort und Stelle verglichen sei — Buchweizen, der 20 *g* kohlensauren Kalk in seiner Grunddüngung erhielt, nur etwas über halb so viel Trockenernte erbrachte, als der damit verschonte.[1]) Recht ähnliche Schlüsse kann man aus einem Versuch von Furata[2]) ziehen, den O. Loew anführt. Buchweizen ist ja auch die Hauptpflanze für Sand- und Moorboden, also im allgemeinen durchaus kalkarme Ländereien.[3])

Auch Versuche von M. Th. Arnold zeigen, dass Buchweizen gegen leichtlösliche Kalksalze in Form von sekundärem Kalkphosphat recht empfindlich war,[4]) während dies für Gerste nicht hervortrat, offenbar, weil sie wesentlich den Säureanteil des Salzes, Buchweizen wesentlich den Basenanteil aufnahm.[5]) V. d. Crome fand ähnliche Nachteile des leichter löslichen, sekundären Kalziumphosphats auch bei anderen Pflanzen, so z. B. bei Mais.[6]) — Wo fleissig Kunstdünger, zumal kalkhaltiger, angewendet wird, versagt nach praktischer Erfahrung neuer Zeit endlich der Buchweizen, wie in der Festschrift der Königlichen Landwirtschaftsgesellschaft Hannover von 1914 auf Seite 513 mitgeteilt wird.

Doch ist der Buchweizen bereits weiter oben besprochen worden, weil seine Kalkfeindlichkeit nicht derart anerkannt ist, wie für eine Reihe anderer Kulturpflanzen, denen wir uns jetzt zuzuwenden haben.

Der *Spörgel* ist als Unkraut kalkarmen Bodens bekannt, worauf ich selber in einer früheren Arbeit Bezug nehmen konnte.[7]) An anderem Ort nennt man ihn „säureliebend".[8]) Dass er Kalk im Boden nicht verträgt, konnte ich mit diesen Worten nur nach längerem Suchen in der deutschen landwirtschaftlichen Literatur finden, da die Pflanze ja überhaupt als Futterpflanze mehr zurückgetreten ist. K. Sprengel teilt indessen mit, dass er bloss auf den trockenen, sandigen und lockeren Bodenarten gedeihe, was vielleicht durch Kalimangel derselben bedingt sei.[9]) Obwohl hiernach die Möglichkeit vorliegt, dass der Spörgel auch als kalkscheu bezeichnet werden darf, so könnte ich doch, im Falle weitere Nachrichten fehlten, nicht näher auf diese Frage hier eingehen. Indessen weist Ch. Contejean

---

[1]) Landw. Jahrbücher **5**, 805 (1876).

[2]) Landw. Jahrbücher **31**, 571 (1902).

[3]) Dadurch mag es sich erklären, dass gelegentlich, wohl auf saueren Böden, zu ihm Kalkdüngung auch nützlich zu wirken vermochte, da die Bodensäuren abgestumpft werden mussten; vgl. A. Mayer, Deutsche landw. Presse, **32**, 554 (1905).

[4]) Ergebnisse der Vegetations- und Laboratoriumsversuche 1911—1912, Prjanischnikow, 29, Moskau 1913.

[5]) ebenda, 32.

[6]) Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn, 171, (1902).

[7]) P. Ehrenberg, Landw. Jahrbücher **33**, 110 (1904).

[8]) Deutsche landw. Presse **42**, 609 (1915).

[9]) K. Sprengel, a. a. O. 257. Derselbe Forscher sagt weiter vom Buchweizen: „der Stickstoff, das Kali und die Talkerde scheinen die Hauptrolle bei seiner Ernährung zu spielen."

in deutlichen und nicht misszuverstehenden Worten darauf hin,[1]) dass infolge einer Mergelung auf kalkarmen Böden mit anderen Pflanzen auch der Spörgel verschwinde, dagegen mit Erschöpfung der Mergelung im Laufe der Zeit, falls die Mergelung nicht wiederholt wird, allmählich ebenso wie andere kalkscheue Pflanzen wieder auftrete. Auch an andrer Stelle bezeichnet CONTEJEAN den Spörgel als kalkfeindlich[2]) und ebenso äussern sich LÜDTKE und L. DANGER.[3])

Halten wir somit SPRENGELS und dieser Gewährsmänner Angaben zusammen, so tritt auch hier, wenn auch noch unsicher, der Zusammenhang des Verhaltens der kalkscheuen Pflanze mit ihrem Kalibedarf in gewisser Weise hervor. Nach einer Vorlesungsnotiz[4]) von mir ist Spörgel ausserdem „als ausserordentlich kalibedürftig“ zu bezeichnen. In gleicher Weise gilt die Tatsache, dass sich unser Kalk-Kali-Gesetz hier mehr und mehr als wichtig erweist, von CH. E. LANGETHALS Feststellung, dass das Mergeln weder dem Samen- noch dem Futterspörgel von Nutzen ist,[5]) und dass nicht frische Stallmistdüngung, sondern Jauche verwendet werden muss, um für ihn den Boden zu verbessern.[6]) Bekanntlich zeichnet sich ja die Jauche, und gewiss besonders die wenig sorgfältig gewonnene Jauche der früheren Landwirtschaft, vor allem durch einen verhältnismässig hohen Kaligehalt aus. E. v. WOLFF gibt in einer nicht gar zu neuen Auflage seiner Düngerlehre [7]) 4,9 vom Tausend an. Da der Spörgel im Laufe der Zeit von einer ganzen Reihe von Futterpflanzen auch für ärmeren Sand weitaus überholt worden ist, worauf bereits A. BLOMEYER hinweist,[8]) so liegt es nahe, dass er von der durchgreifenden Einführung der Kalidüngemittel nicht mehr erheblich beeinflusst werden konnte. Sonst würden wir vielleicht auch für ihn die Beobachtung von A. SCHULTZ-LUPITZ kennen gelernt haben, die dieser für das Verhalten kaligedüngter, gemergelter Lupinen gegenüber solchen von nur gemergeltem Lande machte.

Als empfindlich gegen Kalkung wird noch von unseren wichtigeren Kulturpflanzen der Raps und der *Lein* genannt. Was den letzteren anbelangt, so hat man bei Gelegenheit einer Eingabe aus Oberschlesien — wo stets viel Flachsgewinnung betrieben wurde —, der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft gegenüber festgestellt, dass er sich nach Kalkdüngung schlechter entwickelte.[9]) Schon auf dem internationalen Kongress der Flachsinteressenten in Wien 1873 wurde direkte Kalkdüngung zu Lein

---

[1]) CONTEJEAN, Géographie botanique 51, Paris (1881).
[2]) Ebendort 137.
[3]) Illustrierte landw. Zeitung 26, 473 und 489 (1906).
[4]) Vorlesung über Pflanzenbau von HENRY SETTEGAST, Jena, etwa 1900.
[5]) CH. E. LANGETHAL, Pflanzenbau, 5. Aufl., 3, 168 (1874).
[6]) Ebendort 167/168.
[7]) E. v. WOLFF, Praktische Düngerlehre, 12. Aufl., 247 (1892).
[8]) A. BLOMEYER, a. a. O. 596.
[9]) M. HOFFMANN und A. ORTH, Kalk- und Mergeldüngung, 233 (1918.)

widerraten.[1]) FR. L. GIERSBERG[2]) stellt fest, „dass bei Vornahme einer Kalkdüngung unmittelbar vor dem Anbau des Leines es zur Bildung eines Überschusses löslicher Kalksalze kommt, welcher nachteilig ist. Hieraus ergibt sich, dass die Kalkdüngung direkt für den Leinanbau nicht zu empfehlen ist, und besonders dann nicht, wenn der Kalk in so grossen Quantitäten geboten wird, wie dies gewöhnlich bei der Kalkdüngung geschieht. In Belgien wird zwar dort, wo der Boden von Natur keinen Kalk enthält, und wo der Leinbau noch nicht lange betrieben wurde, vielfach mit Kalk gedüngt.[3]) Da, wo es dem Boden an Kalk mangelt, wird die Zufuhr von Nutzen, ja, nötig sein. Die Chemie hat auch nachgewiesen, dass die Kalkdüngung das Kali im Boden zum Vorteil der Leinpflanze beweglich macht." Soweit GIERSBERG. — Auch bei ihm findet sich somit die Ansicht von einer gewissen, mässigen Kalkempfindlichkeit des Leines, mit Betonung der Vorteile ausreichender Kaliversorgung dieser Pflanze vereint.[4])

Während A. RÜFIN[5]) sich dahin äussert, so wenig dem Lein Kalkdüngung zusagt, so förderlich sei ihm der Gips, steht MAHAUX mit seiner Forderung, die er auf Grund der Leinanbauverfahren in Luxemburg erheben will, dass nämlich der für Lein bestimmte Boden mindestens 1 Jahr vorher gekalkt werde, ziemlich allein.[6]) Für Ungarn und Österreich will A. KODOLANYI dagegen ein Gedeihen des Leines auf Kalkboden ausschliessen, Kalidüngung dagegen empfiehlt er besonders.[7]) Ebenso spricht A. v. ROSENBERG-LIPINSKI von der „allgemeinen Behauptung, der Anbau von Lein auf gemergeltem Lande sei unzulässig".[8]) D. N. PRJANISCHNIKOW mit seinen Mitarbeitern veröffentlichte endlich Versuche, welche die Kalkempfindlichkeit des Leins recht deutlich dartun, und nennt ihn auch, zusammen mit der Lupine, „kalkfeindlich".[9])

Dass Lein jedenfalls zu den Kulturpflanzen unseres Ackers gehört, die neben Stickstoff wesentliche Ansprüche an die Versorgung mit Kali

---

[1]) FR. L. GIERSBERG, Flachsbau, 23, Leipzig (1877).

[2]) Ebendort 23/24.

[3]) Angaben von C. SPRENGEL stehen hiermit aber sehr im Widerspruch, vgl. folgende Seite.

[4]) Ebendort wird mehrfach die Anwendung von Holzasche empfohlen, a. a. O. 22, 55, die ja durch ihr Kali wirkt.

[5]) Am gleichen Ort 56.

[6]) Ebendort 97.

[7]) A. KODOLANYI, Kultur und Zubereitung des Flachses, 9, Wien (1885); ebenda auch 16.

[8]) Praktischer Ackerbau 2, 420, 428 (1890). Freilich will v. ROSENBERG-LIPINSKI, selbst bei Anbau von Lein auf gemergeltem Lande die günstigsten Erfahrungen gemacht haben. Es ist aber wohl zu beachten, dass er seine Mergelung stets in Verbindung mit Stallmistgaben durchführte, a. a. O. 429, so dass hier natürlich der Lein so leicht keinen Kalimangel zu erdulden hatte. v. ROSENBERG-LIPINSKI sagt auch 428, er wähle für den Lein grundsätzlich die Flächen aus, die das Jahr vorher Mergel und Stalldünger erhalten hatten, ausserdem benutzte er Lehmmergel und gibt selbst zu, dass Kalkmergel dem Lein schädlich sein könnte, a. a. O. 428. Auch Lehmmergel musste das Kalibedürfnis des Leins weniger hervortreten lassen, da er doch zweifellos eine gewisse Kaliversorgung bedingt.

[9]) Ergebnisse der Vegetations- und Laboratoriumsversuche 1904, 1906 u. 1907, 15. Moskau 1909.

erheben, betont O. NOLTE im Anschluss an die langjährigen Erfahrungen von R. HEINRICH,[1]) und auch P. WAGNER muss den Lein bezüglich der Aneignungsfähigkeit gegenüber dem Bodenkali ziemlich weit hinter Hafer, Leguminosen, Rübsen, Kartoffeln und Rüben in die Nähe von Weizen und Gerste stellen.[2]) Beachtet man hierzu, dass auch A. BLOMEYER hervorhebt, dass Kalk- und stark kalkhaltige Böden für Flachs sich nicht eignen,[3]) und dass die Erfolge einer Kalidüngung für diese Pflanze von sehr vielen Seiten lebhaft gerühmt werden,[4]) während endlich bereits C. SPRENGEL wusste, dass es nicht ratsam sei, Lein mit Kalk zu düngen, so dürfte aus diesen Angaben doch ein gewisser Zusammenhang zwischen Kalkwirkung auf den Lein und Kalibedürfnis desselben zu entnehmen sein.[5]) Ebenso aus der weiteren Mitteilung SPRENGELS, dass man den Lein in Belgien, wo man über die grössesten Kenntnisse für alles, was den Flachs betrifft, verfüge, erst nach Verlauf von 7 Jahren dahin bringe, wo mit Kalk gedüngt sei.[6]) Ich vermag sogar die Angabe von SPRENGEL anzuführen, dass Kalkboden keinen Flachs trage, und dass dies durch den auf solchem Boden herrschenden Mangel an Kali zu erklären sei.[7]) Sehr nahe ist dieser hochverdiente und mit Unrecht durch J. v. LIEBIG in den Schatten gedrängte Agrikulturchemiker also der Ansicht gekommen, die ich nach so vielen Jahren hier vertrete, dass durch Kalk die Kaliaufnahme des Leines, wie vieler anderen landwirtschaftlichen Gewächse beeinträchtigt werde. F. ARNDT berichtet noch von Misslingen der Leinkulturen auf dem sächsischen Staatsgut Wingendorf, wo mit Kalk überreichlich, mit Phosphorsäure sehr reichlich, mit Kali dagegen schwach gedüngt wurde, und der Kalimangel denn auch zum Missraten des Leins führte.[8]) —

Bezüglich des *Rapses* ist es aus naheliegenden Gründen wahrscheinlich, dass seine etwa vorhandene Kalkfeindlichkeit nicht besonders hervortreten wird. Denn stets ist der Raps als Pflanze behandelt worden, die man in Nährstoffüberfluss stellen müsse. Unter solchen Umständen liegt es nahe, dass er auch mit Kali aus dem ihm häufig sehr reichlich gespendeten Stalldünger vollauf versorgt sein muss, genügend, um trotz Kalkung oder Mergelung, die nicht selten für ihn verwendet werden,[9]) doch

[1]) R. HEINRICH-O. NOLTE, Dünger und Düngen, 7. Aufl., 140, Berlin (1918).

[2]) P. WAGNER, Arbeiten der D. L.-G. **96**, 350 und 353 (1904).

[3]) A. BLOMEYER-H. SETTEGAST, Kultur der landw. Nutzpflanzen 2, 333 (1891).

[4]) Ebendort 335. Auch G. VILLE, L'analyse de la terre par les plantes, Paris 1894, nennt den Lein stark kalibedürftig.

[5]) F. ARNDT, Gründüngung, bezeichnet den Lein geradezu als Kalifresser, 5 (1890); A. MAYER, Düngerlehre, 178, (1905) hebt sein Kalibedürfnis hervor. Bezüglich des Kalkes vgl. C. SPRENGEL, Meine Erfahrungen aus dem Gebiete des allgemeinen und speziellen Pflanzenbaus 3, 96.

[6]) C. SPRENGEL, Lehre vom Dünger, 298, Leipzig (1839).

[7]) C. SPRENGEL, Meine Erfahrungen aus dem Gebiete des allgemeinen und speziellen Pflanzenbaus 3, 96.

[8]) F. ARNDT, Gründüngung 5 (1890).

[9]) C. SPRENGEL, Lehre vom Dünger, 289 (1839); J. N. v. SCHWERZ, Praktischer Ackerbau 1, 240 (1823).

seinen Kalibedarf voll decken zu können. Dazu kommt noch, dass Raps als Pflanze schwereren, besseren Bodens in bezug auf die Befriedigung seiner Ansprüche an diesen Pflanzennährstoff verhältnismässig gut gestellt ist, und dass man ihm dort, wo er nicht in Stalldünger förmlich zu schwelgen vermag, durch Kleebrache, Kunstdünger, Jauche oder anderweit in der Regel auch Kali in leicht aufnehmbarer Form und in erheblichen Mengen zur Verfügung zu stellen gewöhnt ist.[1]) Dass immerhin der Raps gegen Kalk eine gewisse Empfindlichkeit zeigt, geht wohl daraus hervor, dass die Kalkung zu ihm zumeist mit gewissen kleinen, besonderen Ratschlägen verknüpft wird. So will A. BLOMEYER Kalk zu Raps mit der Saatfurche[2]) in den Boden gebracht wissen, und wir entsinnen uns, dass auch bei der Kartoffel der Kalk unmittelbar zu dieser Frucht gegeben wird, um seine schädlichen Wirkungen möglichst wenig zu zeigen, wie das Gleiche bei der Mergelung zur Lupine bereits von A. SCHULTZ-LUPITZ beobachtet wurde.[3]) Nach einer von mir 1896 gefertigten Vorlesungsniederschrift nach H. SETTEGAST „schadet eventuell auch eine Kalkzugabe zu Raps nicht". Und in einer älteren Eingabe an die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft aus Oberschlesien wurden Zweifel erhoben, ob die Kalkzufuhr überhaupt mehr nützlich oder schädlich gewirkt habe, namentlich, da sich unter anderem auch Raps nach Kalkdüngung schlechter entwickelt hätte.[4]) Auch C. SPRENGEL gestattet zu Raps nur immer halb so viel Kalk als gewöhnlich.[5]) Weiterhin teilt CH. E. LANGETHAL[6]) mit, dass in der Kalkregion der Raps zwar sehr dicken Schotenansatz zeige, aber kleiner bleibe als auf anderen Böden. Auch bezüglich des Gewichtsverhältnisses von Schalen zu Stroh gibt er für die Kalkgegenden Thüringens einen besonderen und von den anderen abweichenden Zahlenwert an, so dass hier tatsächlich eine Sonderwirkung des Kalkbodens auf den Raps hindurchzuschimmern scheint, wenn auch durch die besonderen zu Raps üblichen Düngungsgewohnheiten verschleiert.

Recht beachtenswert ist noch ein Versuch von J. CROCHETELLE,[7]) der die Kalkempfindlichkeit des Rapses (französisch „colza", nach dem niederdeutschen Ausdruck „Kohlsaat" für Raps) wohl ganz deutlich in Erscheinung treten lässt. Er erntete:

(Siehe Tabelle Seite 87.)

Kalianalysen fehlen leider, so dass es nicht möglich ist, die Aufnahme dieses mich hier besonders interessierenden Nährstoffes zu verfolgen. Die ungünstige Wirkung der Verabfolgung des trotz der feinen Mahlung immer-

---

[1]) Z. B. auch M. MAERCKER, Kalidüngung, 1. Aufl., 244 (1893), sowie neuere Ratschläge.

[2]) A. BLOMEYER, H. SETTEGAST, Kultur der landw. Nutzpflanze 2, 270 (1891). „Mit der Saatfurche" ist bei BLOMEYER gesperrt gedruckt.

[3]) W. KETTE, Lupinenbau, 9. Aufl., 24, Berlin (1891).

[4]) M. HOFFMANN-A. ORTH, Kalk- und Mergeldüngung, 233 (1918).

[5]) C. SPRENGEL, Lehre vom Dünger, 298 (1839).

[6]) Ch. E. LANGETHAL, Pflanzenbau, 5. Aufl., 3, 104 (1874).

[7]) Annales de la science agronomique francaise et étrangè, (2) 1, 43, (1903).

hin vermutlich noch ziemlich schwerlöslichen Kalkes tritt aber deutlich hervor.

Bodengemisch	Ernte an Trockengewicht		Kalk als Karbonat in der trockenen Masse		Phosphorsäure in der trockenen Masse	
	Pflanze	Wurzeln	Pflanze	Wurzeln	Pflanze	Wurzeln
	g	*g*	%	%	%	%
2 *kg* Erde	5,3	3,5	6,15	9,43	1,25	1,40
1,75 *kg* Erde und 0,25 *kg* feinst gemahlener Kalkstein	5,5	4,6	4,30	11,50	0,93	1,02
1,5 *kg* Erde und 0,5 *kg* feinst gemahlener Kalkstein	4,2	0,8	2,40	18,1	0,50	0,80
1 *kg* Erde und 1 *kg* feinst gemahlener Kalkstein .	1,9	0,9	1,60	1,39[1])	0,53	0,53

Man vergleiche hiermit auch die von Malaguti und Durocher bereits oben angeführten Zahlen, unter denen auch der Raps auf Kalkboden durch Kalkmehraufnahme eine wesentliche Zurückdrängung des Kaligehalts zeigt.[2]) Leider fehlen dort die Ernteangaben.

Dass über die von mir behandelte Frage so wenig neueres Versuchsmaterial vorhanden ist, kann nicht wundernehmen. Man hat es nur nötig, die Äusserungen erfahrener Agrikulturchemiker zu hören, um sich darüber klar zu sein, dass die Behandlung von Düngungsvorwürfen in den letzten 30 Jahren zumeist zwar wesentlich an Breite, indessen kaum an Tiefe gewonnen hat. Am schärfsten und zugleich am treffendsten hat dies wohl J. König ausgesprochen, als er sagte, das „die berufenen wissenschaftlichen Anstalten mit Versuchen beauftragt werden, die auch von jedem Verwalter oder Gärtner ausgeführt werden könnten“. . . . Denn „unsere Zeit ist wenig geneigt, sich mühsamen und langwierigen Versuchsrichtungen zuzuwenden“.[3]) So ist auch über den Sonderbedarf der einzelnen Kulturpflanzen an Nährstoffen nur recht wenig gearbeitet worden, und was gar das Verhältnis derselben zum Kalk anbelangt, so ist der Kombination von dessen Wirkung mit der anderer Pflanzennährstoffe wohl höchstens ganz ausnahmsweise ein gewisses Augenmerk gewidmet worden. Es heisst somit für mich, an der Hand der in dieser Arbeit gesammelten Hinweise und Wahrscheinlichkeiten nun soweit wie möglich durch experimentelle Arbeit das ganze Gebiet umfassend zu klären. Hoffentlich erwächst dazu an dem einen oder anderen Kollegen ein erwünschter und erfolgreicher Helfer. — Natürlich wird aber auch die Praxis ihre Folgerungen aus den hier zum ersten Mal zusammengefassten Tatsachen zu ziehen haben, worauf ich bereits oben hinweisen konnte. Leider ist ihr ja durch die von vielen, auch be-

[1]) Diese Zahl muss wahrscheinlich 13,9 heissen und dürfte durch Druckfehler zu erklären sein.

[2]) Vgl. weiter oben S. 80.

[3]) Landw. Versuchsstationen 61, 396 (1905).

rufenen Stellen geförderte Einführung grösstenteils gedankenlos zu wiederholender „Rezepte“ eine früher weitverbreitete Beobachtungsgabe und Beobachtungsneigung erheblich genommen worden; daher auch die geringe Kenntnis in der Praxis über die hier besprochenen Dinge, die weitverbreitete Unwissenheit über die Kalkflucht von Buchweizen, Lein, Raps u. dgl.

Wie wichtig derartige Feststellungen auch gerade für die Praxis sind, sei noch an einem Beispiel ausgeführt, das vielleicht um so mehr Beachtung bei unseren Berufsgenossen finden wird, als es nicht in Deutschland, sondern vor langen Jahren in Amerika zur Feststellung gelangte, während hier zum erstenmal die Erklärung gegeben werden kann.

E. W. Hilgard, unser in früher Jugend nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika ausgewanderter Landsmann, der stets seiner alten Heimat enge Beziehungen bewahrte, teilt mit:[1] „Ein hoher Kalkgehalt befördert im ganzen einen niedrigen, aber gedrungenen, kompakten Wuchs und reiche Tragfähigkeit; die Abwesenheit des Kalkes dagegen bewirkt sogar in Böden, die sonst eine gute Zusammensetzung haben, einen dünnen Wuchs und geringe Tragfähigkeit. Vielleicht das schlagendste Beispiel dieses Einflusses kann man an der Baumwollpflanze sehen. Der Umstand, welcher zuerst meine Aufmerksamkeit in diese Richtung lenkte, war folgender: Der Eigentümer eines Baumwollenfeldes beklagte sich über die übermässige Laub- und Stengelentwicklung (was nebenbei zu dem oben von Hilgard hervorgehobenen ‚dünnen Wuchs‘ nicht gerade stimmt) seiner Baumwolle, verbunden mit Unfruchtbarkeit. Das betreffende Feld war in einem Talgrunde an einem Flüsschen gelegen, welches seinen Ursprung in einer Fichtenregion nimmt. Wie wir nun in den Furchen auf und ab ritten, konnten wir nicht über die Gipfel der hohen Baumwollstauden blicken, welche so wenige Fruchtkapseln trugen, dass der Gegensatz zur enormen Entwicklung der Stauden und Blätter geradezu lächerlich war (auch hier also ein Widerspruch zu dem oben von Hilgard behaupteten ‚dünnen Wuchs‘). Als wir uns aber der Tallehne näherten, bemerkte ich, dass, wo immer die Abflusswässer vom Abhang in den Talgrund herabkamen, die Baumwollstauden nicht nur etwa halb so hoch standen, sondern auch reichlich mit Kapseln besetzt waren, so dass eine gute Ernte in Aussicht stand. Bei näherer Untersuchung fand ich, dass der Hügel aus weichem, weissem Kalkmergel bestand, welcher, abgesehen von einer geringen Menge Sandes, sich als beinahe reines Kalziumkarbonat erwies. Der Talgrund dagegen bestand aus einem sehr humusreichen Boden, der aber, wie alle Fichtenwaldböden, sehr kalkarm war.

Ich habe nachträglich dieselbe Erscheinung vielfach beobachtet, und dieselbe ist wohl überhaupt für Sachverständige kaum neu zu nennen. In einem extremen Falle war die Höhe derBaumwollenstaude bis auf 10 bis 20 Zoll zusammengeschrumpft, dank einem grossen Überfluss an Kalk im Boden, dem ein weicher Kalkmergel zum Untergrund diente; aber diese niedrigen Stauden waren über und über mit Kapseln bedeckt und gaben eine

---

[1] Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik, 10, 190/91, (1888).

vortreffliche Ernte. Auch die Baumwollenstaude, welche auf kalkhaltigem Prärieboden wächst, ist immer niedrig, kompakt und reich bekapselt, während sie auf den angrenzenden Hügeln, deren Kalkarmut durch ärmliche Quercus ferruginea und coccinea angezeigt wird, in die Höhe schiesst, und geringe Erträge liefert."

Soweit HILGARD. Man kann unmöglich die Analogie zwischen HILGARDS Beobachtungen und den auf einer früheren Seite angeführten Angaben CH. E. LANGETHALS über den Raps auf Kalkboden, wo er einen dichteren Schotenansatz zeigen, aber kleiner bleiben soll, übersehen.

Wie aber soll von hier aus der Zusammenhang mit dem Kalk-Kali-Gesetz gefunden werden? Das scheint zwar für die Wachstumsverminderung sehr leicht, aber der Kalk soll ja, ausser der Herabdrückung des Wuchses, auch die Fruchtansätze wesentlich gefördert haben.

Ich glaube auch hier eine gute Erklärung bieten zu können, und zwar auf der Grundlage des Kalk-Kali-Gesetzes. Ich erinnere daran, dass man bei zu üppig wachsenden Obstbäumen durch das sogenannte „Ringeln", oder noch zweckmässiger heutzutage durch eine dem Baum mehr schonende Abschnürung[1]) das nutzlose Insblattschiessen einschränkt, dabei aber gleichzeitig den Fruchtansatz fördert. Auch bei Kartoffeln hat man, ich erwähne nur BROILI,[2]) durch Einschnüren die Pflanze zum Blüten- und Fruchtansatz gezwungen, wenn sie auch sonst hierzu nicht neigte. Feststellungen, die übrigens bereits sehr alt sind.[3]) Man nimmt an, dass derart eine Überfüllung des abgeschnürten Sprosses mit Kohlenhydraten eintritt, welche die Blüten- und Fruchtbildung wesentlich fördert.

Nach dem Kalk-Kali-Gesetz glaube ich nun, dass verstärkte Kalkaufnahme durch eine Pflanze die Kaliaufnahme hemmt. Dass das Kali aber wesentlich die Aufgabe in der Pflanze erfüllt, die Leitung der Kohlenhydrate aus den Blättern in die anderen Teile der Pflanze zu ermöglichen oder wenigstens zu fördern, ist heute wohl allgemeine Ansicht. Fehlt es also im Boden einer Pflanze an grösseren Kalkmengen, kommt es damit zu guter Kaliversorgung, so wird eine gleichmässige Verteilung der Kohlenhydrate in der Pflanze stattfinden, die Wurzelbildung wird gefördert, damit auch die Aufnahme von Mineralstoffen und Stickstoff. Es kommt so zur Begünstigung neuen Wachstums und neuer Sprossbildung. Denn der Kalk konnte nicht die Kaliaufnahme hemmen, und derart auch der Verteilung der Kohlenhydrate in der ganzen Pflanze nicht hinderlich sein. Selbstverständlich ist je nach den sonstigen Bedürfnissen der Pflanzenart je nach Boden- und Wasserverhältnissen die Wirkung im Boden vorhandenen Kalkes recht wechselnd.

Anders, wenn wir im Boden im Verhältnis zu den Ansprüchen der Pflanze reichlich Kalk vorfinden. Dadurch wird die Kaliaufnahme ge-

[1]) Sogen. „Fruchtgürtel"; H. MOLISCH, Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei, S. 71.

[2]) Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 6, 57 (1918).

[3]) T. A. KNIGTH, Philosp. Transactions (1806 und 1807).

[4]) Vgl. hierzu z. B. P. EHRENBERG, Deutsche Landwirtschaftl. Presse 39, (1912), Nr. 80.

hemmt, und es kommt in der Pflanze infolge stärker oder schwächer auftretenden Kalimangels zu einer gewissen Behinderung der Verteilung der Kohlenhydrate in der ganzen Pflanze. Dieselben müssen sich im Gegenteil mehr in der Nähe der Orte, wo sie entstehen, also in den beblätterten Sprossen, anreichern. Die Wurzelentwicklung vermindert sich, damit aber auch die Stickstoff- und Mineralstoff-Aufnahme, die Grundlage für die Neubildung von Sprossteilen, für das Weiterwachsen, für üppige Blattentwicklung. Dafür muss sich die Anhäufung der Kohlenhydrate in den Sprossen dahin geltend machen, dass der Blüten- und Fruchtansatz stärker wird. Auch Beobachtungen von WIRTGEN sind hier noch zu erwähnen. „1869 fand er am 19. April auf der höchsten Spitze eines Basalthügels (kalkhaltiges Silikatgestein) alles grünend und blühend, wie in einem Garten, während daneben 300—600 Fuss tiefer auf der (kalkarmen) Grauwacke die Laubwälder noch fast unbelaubt waren und nichts blühte." — Auch hier somit bei der stärkeren Kalkversorgung eine Entwicklung der Blüten und Verfrühung des Austriebes, die mit einer besseren Kohlenhydratversorgung der oberirdischen Teile zusammen zu gehören scheint. Ich hoffe, dass es mir gelingt, später noch mehr diesbezügliche Hinweise zu geben.

In allen Fällen also, in denen wir die Ernte von oberirdischen Pflanzenteilen entnehmen, also bei unseren Körnerfrüchten, Ölfrüchten, Sämereien, Obstarten und dergleichen, wird die Hemmung der Kaliaufnahme durch Kalk innerhalb gewisser Grenzen nützlich sein können, weil wir derart ein zu üppiges, geiles Wachstum vermeiden. Freilich muss trotzdem die Sicherheit vorliegen, dass ausreichend Kali von der Pflanze aufgenommen wird, um Höchsternten zu ermöglichen. Das ist ja für die Praxis durch nicht zu geringe Kalidüngung *neben* Kalkversorgung des Bodens zu erreichen.

Anders liegt die Sache aber bei unseren Wurzelfrüchten, Blattgewächsen, Faser- und Futterpflanzen. Sie müssen die Kohlenhydrate in die unterirdischen Organe der Pflanze überführen, das Wurzelsystem, und mit seiner Hilfe die Sprossentwicklung ausdehnen, sie bedürfen also recht eigentlich des die Verbreitung der Kohlenhydrate in der ganzen Pflanze fördernden Kalis; ganz besonders die Wurzelfrüchte, die unter der Erde Kohlenhydrate in grossen Mengen aufspeichern. Soll ihnen somit Kalk im Boden nicht nachteilig sein, so bedürfen sie einer besonders reichen Kaliversorgung, die ihnen zum Teil ja bereits durch ihr starkes Vermögen, den Kalivorrat des Bodens aufzuschliessen, gesichert ist. Der Landmann muss aber durch starke Kalidüngung noch in besonders erhöhtem Maße nachhelfen, um zu reichlicher Ausbildung der Wurzeln, besonders aber bei den Wurzelfrüchten, zur Füllung des unterirdischen Kohlenhydratspeichers beizutragen.

Wir sehen, wie das Kalk-Kali-Gesetz uns hier Ausblicke in Möglichkeiten der Förderung unserer Ernten gibt, die zunächst recht wenig mit

[1]) zit. nach R. BRAUNGART, Journal für Landwirtschaft, 27, 497, (1879).

unseren Ausgangspunkten in Beziehung zu stehen scheinen. Weshalb aber sollte es nicht gelingen, durch weise Verwendung von Kalk neben Kali einmal ein zu geiles, üppiges Wachstum unserer Kulturpflanzen zu vermeiden, andererseits aber die Gefahr einer zu reichlichen Kalkaufnahme, die Herabminderung der Kaliversorgung unter das notwendige Maß, zu verhüten. Weshalb sollten wir nicht lernen, auch die leichtlöslichen Kalksalze für diesen Zweck in den Dienst unserer Pflanzenernährung zu stellen?

Viel Aufgaben treten hierfür an uns heran, und nur der erste Schritt auf neuem Pfade konnte hier von mir, unsicher und zögernd, getan werden. Wie aber ohne Beeinflussung durch Düngung, im Walde, in den primitiven Verhältnissen der extensiven Landwirtschaft in Deutschland der fünfziger Jahre und im Nordamerika der achtziger Jahre diese Verhältnisse ihren Grundlagen nach unserem durch die Kenntnis des Kalk-Kali-Gesetzes geschärften Blick zu erkennen sind, so müssen sie auch auszunutzen und unserer praktischen Landwirtschaft, unserer Lebensmittelversorgung dienstbar zu machen sein. Hoffentlich gelingt es, diese überaus wichtigen Fragen eines ganz neuartig uns entgegentretenden Gebiets der Düngung, das nicht einfache Nährstoffversorgung, sondern zweckmässige Zumessung des einen Nährstoffes durch Versorgung mit einem anderen darstellt, rasch zu gründlicher Durcharbeitung zu bringen. Freilich, die Aufgabe ist zwar lockend, wichtig und lohnend, aber die Ausführung wird nicht nur Mühe und Arbeit, Zeit und Mitarbeiter erfordern, sondern auch erhebliche Mittel. Werden diese zu finden sein, wo die Wertschätzung für geistige Arbeit, die wirklich produktiv ist, und sich nicht nur im Schönreden erschöpft, mit jedem Tage geringer wird? Wir wollen es hoffen, da ja doch Deutschlands Landwirtschaft jetzt noch höhere Aufgaben vor sich sieht, als selbst im Kriege. Gelänge es auf dem hier angedeuteten Wege, der Verfügung über reichliche Stickstoffdüngung ein Hilfsmittel an die Seite zu stellen, das uns die voraussichtlich mögliche, üppige Ernährung unserer Feldfrüchte zu einer wesentlichen Förderung der jeweils erstrebten Wurzel- oder Körnerernten u. dgl. zu gestalten hilft, so würde das vermutlich von nicht geringem Einfluss für die Ausnutzung unseres Grund und Bodens sein. — Doch zurück zu unserem Thema; über die hier angeregten Fragen, deren weitere Durcharbeitung ich mir zunächst vorbehalten möchte, wird an anderem Ort und zu anderer Zeit weiteres zu sagen sein.

Die *Lupine* ist im Gegensatz zu den schon besprochenen Kulturpflanzen, wie Buchweizen, Spörgel, Lein und Raps in ihrer Kalkempfindlichkeit bereits längere Zeit und ebenso heute bekannt. Allerdings konnte ich bei unseren alten landwirtschaftlichen Schriftstellern, wie A. D. Thaer, A. Block, I. G. Koppe u. a. nichts darüber finden. Das erklärt sich zum Teil daraus, dass der Anbau der wohl vor 150 Jahren zuerst bei uns eingeführten,[1]) und zumal von K. v. Wulffen-Pitzpuhl in Norddeutschland von 1817 an unermüd-

[1]) Vgl. A. Blomeyer, Kultur der landw. Nutzpflanzen 1, 419 (1889). Nach einer Angabe von Oberamtmann R. M. zu S. soll die weisse Lupine bereits 1682 als Gründüngungspflanze bekannt gewesen sein. Illustr. landw. Zeitung 21, Nr. 38, 409, (1901).

lich empfohlenen weissen Lupine bei uns in Deutschland niemals so rechte Verbreitung gefunden hat. Dazu trug wohl, von ihren höheren Ansprüchen an den Boden abgesehen, wesentlich die Ansicht bei, dass die weisse Lupine zu Fütterungszwecken ungeeignet sei und ebenso das Misslingen der um 1772—1784 von Friedrich dem Grossen in weitem Umfange angeordneten Versuche. Es kommt hinzu, dass die Ansicht von einer Kalkempfindlichkeit gerade der weissen Lupine nicht ohne erhebliche Widersprüche auftritt, denn sowohl W. Kette,[1]) wie W. Edler,[2]) C. Fruwirth[3]) u. a. heben hervor, dass die weisse Lupine jedenfalls gegenüber der Gelblupine kaum erheblich kalkscheu ist, und auch in ihrer Abneigung gegen Kalk von der blauen Lupine übertroffen wird.

C. Sprengel, der erste Forscher, bei dem sich Mitteilungen über Kalkfeindlichkeiten von Lupinen überhaupt finden, und der anscheinend nur die weisse Lupine kennt, glaubt dagegen,[4]) wie bereits Th. Pfeiffer[5]) hervorhob, dass die „Wolfsbohne nicht auf mergeligen oder gar kalkigen Bodenarten fort will, ja, sie wächst hier gar nicht, wovon der Grund sein dürfte, dass sie daselbst gezwungen ist, über ihr Bedürfnis Kalk- und Talkerde aufzunehmen, indem ihre Wurzeln eine Säure ausscheiden, die beiden Erden grosse Auflöslichkeit im Wasser mitteilt".

Die gelbe Lupine ist in Deutschland erst um 1840 herum, nach W. Kette[6]) durch den Ackersmann Borchardt in Gross-Ballerstädt, verbreitet worden, wodurch es sich erklärt, dass die hervorragenden landwirtschaftlichen Schriftsteller der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts diese besonders kalkscheue Abart nicht gekannt und somit überhaupt wenig von der Kalkfeindlichkeit der Lupine mitgeteilt haben. J. G. Koppe berichtet zum Beispiel in der achten Auflage seiner Anleitung zum Betriebe der Landwirtschaft zum erstenmal von der gelben Lupine, die er damals einige Jahre im Anbau hatte, weiss aber nichts von ihrer Kalkfeindlichkeit zu berichten.[7]) In 20 Jahrgängen des „chemischen Ackermanns" von A. Stöckhardt ist nur selten von der Lupine die Rede, und ebensowohl in einer mehrgliedrigen Abhandlung über die Anwendung der gelben Lupine zur Gründüngung[8]) wie in einem Aufsatz zum Gedächtnis für K. v. Wulffen[9]) fehlt jede Erwähnung der Kalkfeindlichkeit der Pflanze. Auch der auf so vielen Gebieten des praktischen Ackerbaus besterfahrene A. v. Rosenberg-Lipinski weiss noch in der 7. Auflage seines praktischen Ackerbaus

[1]) W. Kette, Lupinenbau, 5. Auflage, 10 (1891).
[2]) Jahrbuch der D. L.-G., 14, 213 (1899); 15, 557 (1900).
[3]) C. Fruwirth, Anbau der Hülsenfrüchte, 124 (1898).
[4]) C. Sprengel, Lehre vom Dünger, 260 (1839).
[5]) Mitteilungen der landw. Institute Breslau 6, 273 (1911).
[6]) C. Fruwirth, a. a. O. 125.
[7]) J. G. Koppe, Anleitung zu einem vorteilhaften Betriebe der Landwirtschaft 2, 265 (1856).
[8]) Am oben angeführten Ort 18, 76 ff. (1872).
[9]) Am oben angeführten Ort 4, 4 (1858).

zwar von der ungünstigen Wirkung des Mergels auf Flachs und Kartoffeln und seinem Zweifel an der Berechtigung solcher Anschauungen zu sprechen,[1]) hat aber in seinem ganzen Buche kein Wort für die etwaige Kalkfeindlichkeit der Lupine übrig, obwohl er z. B. bereits wusste, dass diese Pflanze erst im zweiten und dritten Jahre ihres Anbaues auf derselben Stelle den reichsten Ertrag liefert.[2]) Nur CH. CONTEJEAN[3]) erwähnt schon unter den Wildgewächsen 1881 Lupinus reticulatus und hirsutus als kalkscheu.

Die Ausbeute von Nachrichten über die Kalkfeindlichkeit der Lupine, zumal der gelben, ist somit erst in neuerer Zeit[4]) eine ein wenig bessere. Und da nimmt es zunächst wunder, dass doch nicht selten und von seiten von Männern der Theorie wie der Praxis von befriedigendem, ja wohl auch gutem Wachstum dieser Pflanze auf kalkhaltigem Boden geredet wird.

Schon W. KETTE teilt mit, dass „im Stolper Kreise gelbe Lupinen auf Lehmsand, der mit Lehmmergel gemergelt war, in einzelnen Fällen ganz gut wuchsen". Weiter findet sich noch eine andere, ähnliche Beobachtung an gleichem Orte angeführt.[5]) KEFERSTEIN-WOLA[6]) hebt hervor, dass die gelbe Lupine auf Sandboden freudig wachse, der auf Jurakalkmergel lagere, so dass bei tieferer Ackerung Mergel heraufgeholt wird. „Danach scheint also die Lupine nur einen dem Kalkreichtum entsprechenden Vorrat von Phosphorsäure und Kali zu beanspruchen, und wo eben dieser schon vorhanden, gedeiht sie auch ohne künstliche Nachhilfe." TH. PFEIFFER, der die letzte Angabe mitteilt, findet aber sonst, dass die ja schon den Römern[7]) bekannte Kalkempfindlichkeit der Lupine bei der gelben Art fast allgemein als unbestreitbar feststehend angenommen[8]) wird; auch B. SCHULZE[9]) und I. KONOWALOW[10]) starke Empfindlichkeit fanden bei Versuchen der gelben Lupine gegen Kalk. Die weisse[11]) und auch die blaue Lupine sind dagegen etwas weniger empfindlich. Ebenso äussert sich C. FRUWIRTH schon lange Jahre früher und bezeichnet die Angaben, welche in der Literatur gefunden werden, als einheitliche: „Die Empfindlichkeit dieser Pflanze gegenüber dem Kalk wird allgemein zugegeben und nur bei einigen Autoren in der Weise etwas abgeschwächt, dass Fälle von günstiger Wirkung einer künstlichen Zufuhr von Kalk, einer Mergelung, auf kalkarmen Böden angeführt

---

[1]) A. v. ROSENBERG-LIPINSKI, Praktischer Ackerbau, 7. Aufl., 2, 428 (1890).
[2]) Ebendort 2, 317 (1890).
[3]) Géographie botanique 137 und 139. Paris (1881).
[4]) F. ARNDT, Gründüngung, 24, Berlin (1890); Illustrierte landw. Zeitung **26**, 269 (1906).
[5]) W. KETTE, Lupinenbau, 5. Aufl., 21 (1881).
[6]) Deutsche landw. Tierzucht, **12**, 181 (1892).
[7]) W. KETTE, a. a. O. 4.
[8]) Mitteilungen der landw. Institute Breslau **6**, 274 (1911).
[9]) Jahresbericht d. agrik.-chem. Versuchsstation Breslau, 13 (1898).
[10]) Landw. Versuchsstationen **74**, 351 (1911).
[11]) Vgl. das oben Angeführte S. 97, ferner A. SEMPOLOWSKI, Deutsche landw. Presse 28, 160 (1901).

werden."[1]) In gleicher Weise betont G. KRAFFT, dass die Lupine kalkreichen Boden nicht vertrage.[2])

Es hat aber doch nicht so ganz an dieser Annahme widersprechenden Angaben in der Literatur gefehlt. Schon E. W. HILGARD[3]) stellte fest, dass in Kalifornien auch die gelbe Lupine[4]) auf Böden mit mehr als 1 % Kalkgehalt noch ganz nennenswerte Erträge zeitigt und wies darauf hin, dass, worauf ich bereits oben aufmerksam machte,[5]) der Kalkgehalt, wenn er sich in der Flora ausprägen soll, um so höher sein muss, je toniger der Boden ist. Auf Sandboden kann ein Kalkgehalt des Bodens von 0,1 % das gleiche Ergebnis bedingen, wie auf Tonboden 0,6 %. Dieser Umstand kann natürlich in mehrfacher Weise gedeutet werden, indem man einmal eine Adsorption durch den schweren Boden und somit eine Verringerung des Gehalts an löslichem Kalk in der Bodenlösung anzunehmen vermag, die ganz besonders bei Ätzkalk und gelöstem kohlensauren Kalk, sowie bei anderen wasserlöslichen Kalksalzen eine erhebliche sein kann, wie ich anderen Ortes gezeigt habe.[6]) Schwerer Boden wird aber auch in sehr vielen Fällen, worauf ich schon hinwies, einen grösseren Gehalt an für die Pflanzen aufnehmbarem Kali besitzen, womit wir wieder auf die von mir stets hervorgehobenen Zusammenhänge kämen. Unter Umständen möchte wohl auch die Herabminderung der Durchlüftung und damit die geringere Kohlensäurebildung auf schwerem Boden für ein Zurückbleiben der Lösung von kohlensaurem Kalk zu wirken vermögen. Leider sehr knappe Mitteilungen von B. FRANK bzw. TSCHIRCH über Wachsen von Lupinen auf gemergeltem Flugsand deuten wohl auch nicht auf starke Schädigung der Pflanzen hin. Auch Ausführungen von W. KETTE, der sonst durchaus die Meinung vertritt, kohlensaurer Kalk fördere das Gedeihen der Lupine auf keinen Fall, sei aber oftmals Ursache für ihr Missraten, gehören hierher. Er „muss nämlich zugeben, dass vielfach bei Lehm- und besonders bei Tonboden der kohlensaure Kalk dem Gedeihen der Lupine weniger hinderlich ist, als auf trockenem Sand, und dass ihnen Lehm- und Tonmergel, zumal eisenschüssiger, weit weniger schaden als Kalk- und Sandmergel".[7]) Trotzdem betont KETTE, dass er „trotz mancher entgegenstehender Behauptung" — er führt z. B. gutes Gedeihen von Gelblupinen auf gemergeltem Lehmsand im Stolper Kreise an —[8]) noch jetzt an seiner oben

[1]) FÜHLINGS landw. Zeitg. 44, 393 (1895); Vgl. weiter: Deutsche landw. Presse 7, 402 (1880); 15, 187 (1888); 17, 203 (1890); 18, 1037 (1891); 40, 840 (1913); 41, 86, 263, 931 (1914). Auch noch 22, 387 (1895); 35, 390 (1908), ferner Illustr. landw. Zeitung 26, 101 (1906); ebendort 269; 33, 235 (1913); 35, 74 (1915).

[2]) G. KRAFFT, Pflanzenbaulehre, 199 (1876).

[3]) E. W. HILGARD, Deutsche landw. Presse 25, 644 (1898).

[4]) Die blaue Lupine wies den sehr hohen Ertrag von 260 *dz* Grünmasse vom Hektar auf und war reichlich so hoch wie die gelbe; beide standen aber bei der Ernte in voller Blüte.

[5]) Vgl. oben 82 u. a. O.

[6]) P. EHRENBERG, Die Bodenkolloide, 2. Aufl., 569 und 340 (1918).

[7]) W. KETTE, Lupinenbau, 5. Aufl., 19 (1891).

[8]) Ebendort.

erwähnten Ansicht festhalte, wenn auch bei tiefer im Boden stehendem Mergel, obwohl die Lupinenwurzeln den Mergel erreichen, sogar die Wachstumsvorgänge der Lupine recht erwünscht verlaufen. — Solche „entgegenstehenden Behauptungen“ sind nun auffällig häufig anzutreffen, und zwar nicht nur aus der Praxis, wo gelegentlich noch hier und da sich ähnliche Ansichten finden,[1]) sondern auch aus Kreisen der wissenschaftlichen Forschung, so z. B. aus Lauchstädt. W. SCHNEIDEWIND[2]) äussert sich dahin, dass „die Ansicht, dass die Lupinen auf einem kalkreichen Boden nicht gedeihen, nicht richtig zu sein scheint“, und weitere Untersuchungen am gleichen Ort, die von A. CANDA veröffentlicht worden sind,[3]) ergaben, dass die gelbe Lupine auf schwerem Boden kohlensauren Kalk gut verträgt, allerdings nicht Ätzkalk. In gleicher Weise glaubt D. PRJANISCHNIKOW,[4]) dass Kalk auf Lupinen gelegentlich günstig wirkt. Dass man vielfach das Gegenteil annimmt, mag nach seiner Meinung daher kommen, dass die Lupinen hauptsächlich auf Sandboden angebaut werden. Überträgt man die Kultur der Lupinen dann auf andere Böden, so kann man eine grosse Widerstandsfähigkeit dieser Pflanze dem Kalk gegenüber beobachten. Auch bei den Kalkversuchen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft vom Jahre 1899—1904 wurde in einigen Fällen ein günstiger Einfluss des Kalkes auf gelbe Lupinen beobachtet.[5]) Allerdings, soweit gleichzeitig Kainit Verwendung fand, eine Besonderheit, auf die noch weiter unten zurückzukommen sein wird. Es erinnert dies an die bekannten Beobachtungen von A. SCHULTZ-LUPITZ. Dieser ermittelte schon vor nahezu 50 Jahren, dass in Lupitz die sog. Mergelkrankheit der Lupinen sich durch Kainit beseitigen lasse.[6]) Auch 10 Jahre[7]) und ebenso etwa 25 Jahre später[8]) spricht A. SCHULTZ-LUPITZ davon, dass in der Kalidüngung das Mittel gefunden worden sei, die Mergelkrankheit der ein grösseres Vorhandensein von Kalk im Boden hassenden Lupine mit Erfolg zu bekämpfen. Doch sei zunächst von diesen noch später eingehend zu würdigenden Wirkungen des Kalis auf die Kalkempfindlichkeit der Lupine abgesehen und nur der Hinweis gegeben, dass auch bei weiteren Versuchen sich die Lupine öfters als weniger kalkempfindlich zeigte. So vermochte R. ULBRICHT 1896 durch Zugabe von 250 *kg* CaO auf den Morgen in Form gebrannten Marmors die Ernte an lufttrocknem Stroh, Hülsen und Körnern in einem sehr armen Sandbodengemisch um mehr als 6 vom Hundert zu

[1]) Ebendort 20.

[2]) Landw. Jahrbücher **39**, Ergänzungsband **3**, 161 (1910).

[3]) Stazion. sperimental. agrar. ital. **47**, 627 (1914).

[4]) Journal für experimentelle Landwirtschaft **4**, 267 (1903); Ergebnisse der Vegetations- und Laboratoriumsversuche (1904, 1906 und 1907), 115, Moskau (1909).

[5]) M. HOFFMANN-A. ORTH, Kalk- und Mergeldüngung, 233 (1918).

[6]) Landw. Jahrbücher **10**, 786 (1881).

[7]) Ebendort, 799.

[8]) SCHULTZ-LUPITZ, Zwischenfruchtbau auf leichtem Boden, Arbeiten der D. L.-G. **7**, 13 (1895).

steigern. Und auch 1896 brachte die gleiche Düngung im „alten Glashause" kaum einen Minderertrag, nämlich nur 0,8 vom Hundert weniger.[1])

Das sind recht beachtenswerte Zahlen, wenn ihr Wert auch durch die wenig übersichtliche Zusammenstellung und andere Umstände, deren oben wohl bereits gedacht wurde, verringert ist. Schon D. Meyer fiel es auf, dass Ulbricht in seinen Versuchen erst bei Kalkgaben eine Lupinenschädigung beobachtet, welche sehr im Gegensatz zu seinen eigenen standen. Meyer erhielt nämlich bereits bei 200 *kg* Ca O auf den Morgen eine erhebliche Ertragsverminderung und benutzte einen Sandboden mit Torfzusatz, der nicht etwa an sich bereits erhebliche Kalkmengen in den Versuch einführte,[2]) und dadurch verschleiernd hätte wirken können. Der Einfachheit halber mag bereits hier die Erklärung dahin abgegeben sein, dass Ulbricht infolge Fehlens des Torfzusatzes seinen Lupinen bereits aus diesem Grunde eine bessere Kaliversorgung sicherte, nimmt doch Torf durch Adsorption und auch Basenaustausch gar nicht so unerhebliche Mengen von Kali auf; es kommt aber als sehr wesentlich hinzu, dass Ulbricht auf den Morgen eine Kalidüngung von 75 *kg* ausstreute, während D. Meyer, soweit man darüber zu urteilen vermag,[3]) nur 53,6 *kg* Kali anwendet. Wir kommen also wieder auf die Kalidüngung als sehr beachtenswerten Umstand für die Fähigkeit der Lupine, Kalk zu ertragen, zurück. —

Auch ein älterer, unvollkommener Versuch von Ulbricht[4]) deutet auf ähnliche Fähigkeit seiner Gelblupinen, Kalkdüngung in gewissen Mengen ohne Nachteil zu ertragen, hin. Eine Arbeit von E. Wein,[5]) bei der gelbe Lupinen in unter anderem auch mit kohlensaurem Kalk und Kalisulfat gedüngte Kieselsand-Versuchsteilstücke eingesäet wurden, allerdings zum zweiten Mal hintereinander, weiss auch nichts von Schädigung der Pflanzen durch den Kalk zu erzählen und erzielte auf den Hektar immerhin 188 *dz* reife Erntemasse. Auch Kennemann spricht von besserem Gedeihen der Lupine auf ungemergeltem Lande, hebt aber andererseits hervor, dass ebenso wie Erbse, Luzerne und Klee, auch die Lupine auf gemergelten Ackerstücken gedeiht.[6])

H. Buhlert erwähnt weiter, dass man zwar direkte Kalkung oder Mergelung der Lupinen als zweckmässig im allgemeinen nicht bezeichnen

[1]) Landw. Versuchsstationen 52, 423 (1889).

[2]) Landw. Jahrbücher 33, 383 (1904).

[3]) Die Angabe, a. a. O. 377, dass auf das Gefäss 2 *g* Kali gegeben seien, ist sicher irrtümlich und muss, entsprechend allen sonstigen Angaben, z. B. a. a. O. 378, 379, 381, 382 usw. für 3 Gefässe gelten. Sonst würde bei dem Lupinenversuch neben 2.5 *g* CaO in Form von Ätzkalk fürs Gefäss auch 2 g Stickstoff gegeben sein, was wohl unmöglich ist. Es muss daher mit einer Kaligabe von 2 *g* Kali auf 3 Gefässe gerechnet werden, das ergibt, wenn 2,5 *g* CaO auf das Gefäss 200 *g* CaO auf den Morgen entsprechen, a. a. O. 883, auf das Gefäss 0,67 *g* Kali, und somit 53,6 *kg* Kali auf den Morgen, wovon durch den Torf noch eine wohl kaum ganz geringe Menge fortgenommen wurde.

[4]) Landw. Versuchsstationen 52, 389 (1899).

[5]) Ebendort 26, 191 (1880).

[6]) Deutsche landw. Presse 31. 509 (1904).

könne. „Trotzdem", fährt er fort, „lässt man sich bei Anlage von Neukulturen, wenn auch die Lupine die erste Frucht ist, nicht abhalten, zu kalken. Hier würde, da es sich in den meisten Fällen um armen, jedenfalls rohen Boden handelt, ohne Kalkung überhaupt nichts, auch nicht die Lupine wachsen. Zudem pflegt man ja auch gleichzeitig stark mit Kali, dem Heilmittel für die Mergelkrankheit, zu düngen." [1]) Ebenfalls in Oldenburg, dem Wirkungslande von Buhlert, hat man nach einer Umfrage der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft über die Kalkwirkung bereits früher beobachtet, dass die Lupine sich nach der Kalkdüngung sehr gut entwickelt hatte. [2]) Endlich sagt auch Ch. E. Langethal, dass sie „schwachen Mergelgehalt im Obergrunde verträgt, doch mit Zunahme des Kalkgehalts oben und unten im Boden mehrt sich die Schwäche des Wachstums". [3]) Und auch A. Blomeyer, der sonst von der Abneigung der Lupine gegen Kalk zu sagen weiss, [4]) stellt doch fest, dass auf ausgesprochenen Kalkböden diese Pflanze bisweilen nicht so deutlich kümmert, wie auf alten Zuckerrübenböden im Halberstädtischen, wo ihnen anscheinend die erforderlichen Bakterien gefehlt haben. [5]) Sogar C. Fruwirth, der doch gleichfalls die Kalkfeindlichkeit der Lupine scharf hervorhebt, weiss noch davon zu sprechen, dass von einigen Gewährsmännern Fälle von günstiger Wirkung einer künstlichen Zufuhr von Kalk in geringeren Mengen, einer Mergelung, auf kalkarmen Böden angeführt werden. [6])

In gleicher Richtung ist die Empfindlichkeit der gelben Lupine gegen den Kalkgehalt des Thomasmehls verschieden beurteilt worden. Während F. Arndt davon abrät, Thomasmehl unmittelbar zur Lupine anzuwenden, [7]) haben J. v. Nathusius und Bippart [8]) keine Nachteile einer solchen Düngung beobachtet. Ja, auf recht kalkarmen Sandböden ist sogar nach K. Hillmann die Verabfolgung von Thomasmehl gerade des darin enthaltenen Kalkes halber für die Lupine von erheblichem Nutzen gewesen, wie dieser Forscher überhaupt feststellen konnte, [9]) dass auf den Lupitzer Lupinenwiesen zuletzt die Gelblupinen aus übergrossem Kalkmangel versagten. Endlich seien noch die im Zusammenhang mit Schneidewind bereits erwähnten Arbeiten [10]) über die geringe Empfindlichkeit der gelben Lupine gegen Kalk auf schwerem Boden stehenden Feststellungen von B. Heinze [11]) erwähnt; von grosser Bedeutung war es, wie das aus den beiden, auf der

[1]) H. Buhlert, Hülsenfrüchte, Bibliothek der gesamten Landwirtschaft 15, 47/48 (1908).
[2]) M. Hoffmann-A. Orth, Kalk- und Mergeldüngung, 232 (1918).
[3]) Ch. E. Langethal, Pflanzenbau, 5. Aufl., 2, 148 (1874).
[4]) A. Blomeyer, Kultur der landw. Nutzpflanzen 1, 430 (1889).
[5]) Ebendort 1, 443 (1889); sollte es hier vielleicht besonders an Kali gemangelt haben?
[6]) Fühlings landw. Zeitung 44, 394 (1895).
[7]) F. Arndt, Gründüngung, 24 (1890). Ähnlich auch R. Schüler, Regensburg.
[8]) Illustrierte landw. Zeitung 31, 230 (1911).
[9]) Ebendort 26, 29 (1906).
[10]) Landw. Jahrbücher 39, Ergbd. 3, 159 (1910).
[11]) B. Heinze, Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik 5, 187, 196 (1907).

gleichen Versuchstätigkeit im Lauchstädter Boden beruhenden Veröffentlichungen hervorgeht, dass für ausreichend angepasste Knöllchenbakterien im Boden gesorgt war. Wenn freilich B. HEINZE glaubt,[1]) dass „man auf besseren, schwereren Böden früher Serradella und Lupinen wohl schwerlich jemals zu einer auch nur einigermassen freudigen Entwicklung habe bringen können", so ist er damit stark im Irrtum. Denn bereits F. ARNDT sagt,[2]) die Ansicht, „Lupinen wollten auf mildem, lockeren, nicht nassen Lehmboden nicht wachsen, sei eine Fabel, an die er nie geglaubt habe und von deren Gegenteil er sich auch alljährlich selbst überzeugen könne". Trotzdem hält jedoch ARNDT an der Kalkfeindlichkeit der Lupine fest. Wenn man aber zu den von HEINZE angegebenen Mitteilungen die Gehaltszahlen für den Lauchstädter Lösslehmboden betrachtet, so findet man bis $30^1/_2$ *cm* Tiefe in Hundertteilen:

Kalk 0,63,
Kali aber 0,32.

Es erscheint bei so reicher Kaliversorgung gar nicht unwahrscheinlich, dass hierin die eigentliche Grundlage für das gute Fortkommen der Lupine auf dem nicht gerade kalkreichen Boden zu suchen ist, wie das ja im besten Zusammenhang mit meinem Kalk-Kali-Gesetz stehen würde.

Obwohl somit in der Mehrzahl der Fälle die Kalkfeindlichkeit der Lupine, und zwar besonders der Gelblupine, behauptet wird, und, wie das beim Nachsprechen und Nachschreiben zum Dogma gewordener Lehrmeinungen üblich ist, in der Regel ohne nähere Begründung einfach als Tatsache gilt, während gegenteilige Erfahrungen und Ansichten als irrtümlich abgetan werden, gibt es doch, wie man bereits aus den hier gesammelten Ausnahmefällen entnehmen kann, noch viele Möglichkeiten, in denen unsere Pflanze nicht allzu hohe Kalkgehalte wenigstens zu ertragen vermag. Es wird sich nun darum handeln, an der Hand der neuesten Experimentalarbeiten, welche für diesen Fall glücklicherweise vorhanden sind, einen erneuten Erklärungsversuch zu machen und damit auch den Anschluss an meine bisherigen Ausführungen über das Kalk-Kali-Gesetz zu gewinnen. Dass ich dabei die von mir bislang verfolgte und häufig nachgewiesene Wirkung einer Behinderung der Kaliaufnahme durch Kalkdüngung auch auf die Erklärung des Verhaltens der Lupine zum Kalk anwenden werde, liegt nahe, und verspricht besonders an der Hand der Beobachtungen von A. SCHULTZ-LUPITZ über die Heilung der Mergelkrankeit mit Kainit einigen Erfolg. Aber es darf doch nicht ausser acht gelassen werden, dass auch andere Umstände für die Empfindlichkeit der Lupine gegen Kalk zu beachten sind. Sie hier bereits kurz zu erwähnen, scheint mir für das Verständnis der dann folgenden Ausführungen wichtig.

Zunächst sei der Zustand einer verhältnismässig grossen Kalkarmut des Bodens, den die Lupine nach allem Anschein zu bevorzugen scheint,

---

[1]) Ebendort 162.

[2]) F. ARNDT, Gründüngung, 15, Berlin (1890).

auf seine Folgen für mancherlei im Boden befindliche Pflanzennährstoffe betrachtet. Rippert[1]) hebt die schon von mancher anderen Seite besprochene Wirkung der Kalkarmut auf den Boden folgendermassen hervor: „Kalk und Eisen stehen im Boden in ganz bestimmter Beziehung zueinander. Sobald ein Boden kalkarm ist, geraten die Eisenverbindungen in einen löslichen Zustand, indem sich die Eisenoxydverbindungen in Eisenoxydulverbindungen verwandeln. . . . Sie verbinden sich mit der Phosphorsäure zu unlöslichem, phosphorsaurem Eisen, wodurch ein Teil der wirksamen, leichtlöslichen Düngerphosphorsäure den Pflanzen verloren geht.“ Ähnlich sagt schon A. Orth, „nach dem Verluste des kohlensauren Kalks durch Auslaugung sowie überhaupt bei Abwesenheit desselben kommen deshalb lösliche Eisenverbindungen zahlreicher vor, und geben in Verbindung mit mechanischen Prozessen vielfach zur Bildung von sekundären Verhärtungen und Verkittungen, wie „Eisersand“, Veranlassung. . . .[2]) „Umgekehrt kann aus dem Auftreten einer derartigen Konzentration von Eisenverbindungen meist auf erhebliche Kalkarmut geschlossen werden. . . . Endlich schliesst sich daran häufig die Wanderung der Phosphorsäure und die örtliche Aufspeicherung derselben an Stellen des Untergrundes in Verbindung mit Eisen.“ [3]) Die Lupine gedeiht nicht nur auf solchem kalkarmen Sand gern und freudig, sondern zeigt nach vielen Literaturhinweisen aus Theorie und Praxis für eisenschüssige Sande nahezu Vorliebe, wie wir W. Kette,[4]) A. Schultz-Lupitz, dessen eisenhaltiger Boden in der ersten Periode bei erfolgreichem Lupinenanbau sogar rote Krusten auf festliegendem Acker und Fusswegen bedingte,[5]) Ch. E. Langethal[6]) und vielen anderen[7]) entnehmen können.[8]) A. Schultz-Lupitz vertritt die Ansicht, dass die Lupine Phosphorsäure, auf welche sie bei Düngung wenig reagiert, aus schwerlöslichen Eisenverbindungen des Bodens mit ihrem starken Wurzelsystem zu entnehmen vermag.[9]) Ja, W. Kette gibt sogar an, dass besonders eisenschüssiger Mergel der Lupine am wenigsten schadet.[10]) Die Lupine muss sonach an kalkarmen, eisenhaltigen Sand besonders angepasst sein, besonders günstige Wachstumsbedingungen auf ihm finden und vermutlich dabei auch die erheblichen Mengen löslicher Eisenverbindungen sehr wohl verwenden können, falls sie derselben nicht gar bedarf. Schon die zuletzt angeführte Angabe von Kette führt uns zu dieser Folgerung. Wichtiger

---

[1]) Deutsche landw. Presse **33**, 246 (1906).

[2]) A. Orth, Kalk- und Mergeldüngungen **44** (1896).

[3]) Ebendort 44—45.

[4]) W. Kette, Lupinenbau, 9. Aufl., 19/20 (1891).

[5]) Landw. Jahrbücher **10**, 780 (1881).

[6]) Ch. E. Langethal, Pflanzenbau, 5. Aufl., 2, 148 (1874).

[7]) H. Buhlert, Hülsenfrüchte, Bibliothek der ges. Landwirtschaft **15**, **46** (1908); sogar M. P. Cato Censorius und Columella, vgl. W. Kette, a. a. O. 4.

[8]) Vgl. noch B. Rogalski, Illustr. landw. Zeitung **33**, 288 (1913); auch Deutsche landw. Presse **15**, 187 (1888).

[9]) Landw. Jahrbücher **10**, 799 (1881).

[10]) W. Kette. a. a. O. 19.

aber erscheint die Feststellung von W. SPRENGEL, „dass die Wolfsbohnen reich an Eisen seien, und er sähe, dass sie gerade da am besten gedeihen, wo der Untergrund diesen Körper in grosser Menge enthält.“ [1]) —

Bereits diese Tatsachen würden uns auf die Ansicht hinleiten können, dass das bei Wachstum der Lupine in eisenschüssigem Sand ohne weiteres leicht befriedigte, wohl durch Anpassung erworbene, grosse Eisenbedürfnis nach einer Kalkung des Bodens auf Schwierigkeiten stossen muss, weil ja der Kalk das Eisen des Bodens festlegt und seine Löslichkeit herabsetzt. Dabei handelt es sich natürlich nicht um eine spezifische Wirkung des Kalkes, sondern um die Wirkung der alkalischen Reaktion, die gebrannter bzw. Ätzkalk ja an sich, kohlensaurer Kalk seiner Löslichkeit entsprechend durch die hydrolytische Wirkung des Wassers aufweist und die sich ebenso bei anderen alkalisch reagierenden Salzen zeigen muss, wie gleichfalls bei solchen von physiologisch-basischer Reaktion. Endlich können z. B. salpetersaure Kalksalze zur Bildung von kohlensaurem Kalk im Boden führen, wie schon vor langen Jahren J. LEHMANN [2]) zeigte und neuerdings P. MAZÉ darlegte.[3])

Entsprechend konnte denn auch L. HILTNER bereits vor 10 Jahren die Abneigung von Lupinen gegen Kalk durch Bespritzen der Pflanzen mit $^1/_2$—1 $^0/_0$ iger Eisenvitriollösung vollständig überwinden.[4]) Ähnliche Versuche sind dann von HILTNER noch neuerdings wiederholt worden und wieder mit dem gleichen Ergebnis.[5]) Freilich sind die in HILTNERS Veröffentlichung abgebildeten Pflanzen meiner Ansicht nach recht weit von einem „vollständigen Überwinden“ der Kalkschädigung entfernt, wenn auch die gute Wirkung der Bespritzung zweifellos ist. Aber „vollkommen normal“ gewachsene Gelblupinen sehen meiner Meinung nach doch wesentlich anders aus. TH. PFEIFFER hat dann diese Versuche seinerseits nachgeprüft, aber gefunden, dass das Bespritzen doch auch erhebliche Schädigungen herbeiführen kann. Er ist daher der Ansicht, dass man allerdings bei Lupinen, die auf einem übermässig kalkreichen Boden nur ein ganz kümmerliches Dasein zu fristen vermögen, durch Bespritzen mit Eisenlösung einen gewissen Erfolg erzielen wird, indem der dadurch verursachte Nutzen den Schaden übertrifft, dass aber bei geringen Kalkgaben noch nicht einmal

---

[1]) C. SPRENGEL, Lehre vom Dünger, 289 (1839).

[2]) J. LEHMANN, Wissenschaftl. praktische Forschungen auf dem Gebiet der Landwirtschaft (BIEDERMANN), 7, 403 (1875); mit der von P. EHRENBERG gegebenen Erklärung zu benutzen; vgl. P. EHRENBERG, Die Bewegung des Ammoniakstickstoffs in der Natur, 221, Berlin, bei Parey (1907).

[3]) P. MAZÉ, M. RUOT und M. LEMOIGNE, Comptes rendus de l'Academie des Sciences 157, 497 (1913).

[4]) Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Agrikultur botanischen Anstalt in München 1907 (1908).

[5]) Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 53 (1915).

immer ein völliger Ausgleich der erwähnten gegensätzlichen Faktoren zu erwarten steht.[1])

Vermutlich wird, wie das von der Bespritzung anderer Pflanzen mit Eisenvitriol zwecks Unkrautbekämpfung her bekannt ist, die Zeit der Bespritzung bzw. die Entwicklung der Lupine, daneben wohl auch noch Luftfeuchtigkeit, und manches andere einen Einfluss auf die grössere oder geringere Schädigung durch den Bespritzungsvorgang selbst haben. Dass aber neben der nachteiligen Wirkung der auf die Blätter verspritzten Salzlösung auch ein gewisser, gelegentlich wohl ganz merklicher Vorteil infolge vermehrter Eisenzuführung einhergeht, bestreitet Pfeiffer ja auch nicht. Er weist vielmehr nach, dass der Eisengehalt des von ihm benutzten Sandes bei Zugabe von Kalkstein sicher in geringerem Grade von den Pflanzen ausgenutzt worden ist;[2]) weiter hat bei seinen Versuchen die Kalkgabe zwar in einer Reihe chlorotische Erscheinungen hervorgerufen, im allgemeinen indessen doch keinerlei Benachteiligung der Pflanzen bedingt,[3]) so dass auch dies eine Ursache für das Ausbleiben der Bespritzungswirkung gewesen sein kann.

Mit diesen Feststellungen ist nun die Ansicht zu vergleichen und zu vereinigen, die von französischen Forschern jüngst über die Wirkung des Kalkes auf die Lupinen geäussert worden ist. Danach wäre die Ursache der Erkrankung und Bleichsucht der Lupine tatsächlich durch Eisenmangel bedingt, und der starke Kalkgehalt des Bodens setze die Fähigkeit der Lupine, Eisen aufzunehmen, in gefahrdrohendem Umfang herab.

P. Mazé, M. Ruot und M. Lemoigne[4]) äussern sich in dieser Hinsicht dahin, dass bei ihren Versuchen, die sie wesentlich mit der *Narbonner Wicke* und einer *Erbsensorte* (pois caractacus) ausführten, da die weisse Lupine in künstlichen Vegetationsmitteln sich als wenig wuchskräftig erwies, die durch Wirkung von Kalkgaben eintretende Unlöslichkeit der Eisensalze die Ursache der eintretenden Chlorose und Schädigung war und entsprechend sowohl durch Bespritzen der Blätter mit Eisennitrat in verdünnter Lösung,[5]) wie durch Zufügung organischer Säuren zur Nährlösung beseitigt werden konnte. Da auch Pfeiffer der Ansicht zuneigt,[6]) dass die Frage der Eisenzufuhr bei Erklärung für die Kalkempfindlichkeit der Lupinen sicherlich berücksichtigt werden müsse,[7]) so ist als Gesamtergebnis

---

[1]) Mitteilungen der landw. Institute der Universität Breslau 7, 213 (1914).

[2]) Th. Pfeiffer und E. Blanck, Mitteilungen der landw. Institute der Universität Breslau 7, 212/13 (1914).

[3]) Ebendort, 210, 228.

[4]) Comptes rendus de l'Academie des Sciences 155, 435 (1912), 157, 495 (1913).

[5]) Die Versuche L. Hiltners werden von den französischen Forschern nicht erwähnt.

[6]) a. a. O. 208 und besonders 227.

[7]) P. Mazé will auch noch durch Mangel an Schwefel eine Chlorose und Schädigung der Pflanzen, z. B. bei Mais, beobachtet und durch Bespritzen der Blätter mit Ammoniumsulfat geheilt haben. Comptes rendues de l'Académie des sciences 153, 903/4 (1911). Ob solche Möglichkeit auch für die Lupine und andere Pflanzen in Frage kommt und ob sie

der von mir hier ausgeführten Tatsachen und Anschauungen wohl zweifellos festzustellen, dass die Kalkempfindlichkeit der Gelblupine und ihrer Verwandten zum guten Teil auf Schwierigkeiten in der Eisenaufnahme zurückzuführen sein dürfte. Auch bei anderen kalkempfindlichen Pflanzen, so z. B. bei dem oben besprochenen *Besenginster*, dürfte dies der Fall sein.[1]) Allerdings bin ich hier auch völlig der Ansicht PFEIFFERS, dass wir die Erklärung der Kalkfeindlichkeit nach dieser Richtung nur *zum Teil*[2]) erreichen. Freilich, wenn man diesen Punkt gänzlich unbeachtet lässt, wie z. B. B. CREYDT,[3]) so wird man kaum zu abschliessenden Ergebnissen gelangen. Denn, ich folge wieder TH. PFEIFFER, die „Kalkempfindlichkeit der *Lupine* ist alles in allem genommen ein recht verwickelter Vorgang, bei dem sicherlich mehrere Faktoren im Spiele sind". Wir gelangen so zu der mich natürlich hier besonders fesselnden Frage, wie weit das Kalk-Kali-Gesetz uns für die Kalkempfindlichkeit der Lupine neue Gesichtspunkte zu liefern vermag?

Bereits oben vermochte ich eine Anzahl von Äusserungen recht beachtenswerter Männer hervorzuheben, nach denen die Kalizufuhr auf eine gewisse Abschwächung der Benachteiligung unserer Lupine durch Kalk hinzuarbeiten vermöge. KEFERSTEIN-WOLA, A. SCHULTZ-LUPITZ, H. BUHLERT, wozu auch in diesem Sinne verhältnismässig leicht zu deutende Mitteilungen von ULBRICHT und D. MEYER, von E. WEIN, wie B. HEINZE kommen. Die von HILGARD und SCHNEIDEWIND hervorgehobene Fähigkeit der Lupine, auch auf schweren Böden zu wachsen und dabei sogar wesentlich weniger gegen Kalk empfindlich zu sein, könnte auch mit dem zumeist erheblich höheren Kaligehalt der besseren Böden in Verbindung gebracht werden, was nach meinen Ausführungen zu HEINZES Anschauungen für den Lauchstädter Boden jedenfalls ziemlich nahe liegt. Wenn wir auf diese Arbeiten noch einen weiteren Blick werfen, so ist hervorzuheben, dass HEINZE darüber noch folgende Mitteilungen macht:[4]) „Nach dem Hinweis. dass im Gegensatz zur Serradella die Gelblupine mit sich selbst wenig verträglich sei und der Boden dementsprechend leicht lupinenmüde werde, hebt er hervor, dass

---

überhaupt ausser bei Spezialversuchen eine Rolle zu spielen vermag, ist nicht zu beurteilen. Vielleicht dass in früheren Jahren, als noch nicht so viel Sulfate in den Ackerboden gelangten, der Fall gelegentlich auch eine Rolle spielte; vgl. W. KETTE, Lupinenbau, 9. Aufl., 25 (1891). — MAZÉ gibt auch noch andere Chlorose-Ursachen als möglich an. Ob allerdings die Beweisführung von MAZÉ ausreicht, ist zweifelhaft, denn es kann nicht nur eine Wirkung von Schwefel- bzw. Eisenzufuhr bei Ergrünen nach Bespritzung der chlorotischen Blätter vorliegen, sondern eine Säurewirkung auf das Blattgrün, worauf E. MOLZ hinweist (Zentralbl. f. Bakteriologie, Teil 2, **19**, 470 [1907]). Dass nämlich entfärbtes Blattgrün mit Äther und Salzsäure blaue Farbtöne gibt, beobachtete schon FRÉMY, Comptes rendues **50**, 140 (1860), und nur wenige Jahre später vermochte J. SACHS (Flora 1862, 186), vergilbte Bohnenblätter durch Schwefelsäure wieder ohne Licht grün zu färben. Auch MOLZ fand keine normale Färbung der mit Eisenvitriol behandelten chlorotischen Blätter.

[1]) Vgl. oben S. 82.

[2]) Mitteilungen der landw. Institute Breslau **7**, 233 (1914).

[3]) Inaugural-Dissertation Göttingen (1914).

[4]) Illustr. landw. Zeitung **35**, 383 (1915).

nicht nur er, sondern auch andere Versuchsansteller, so z. B. HILTNER, Versuche mit Gelblupinen auf Böden mit zum Teil ausserordentlich hohem Kalkgehalt ausführen konnten" (bis zu 67 %). „Bei geeigneter Impfung und richtiger Düngung wird", so fährt er fort, „in den verschiedensten Böden ohne jeden Schaden sehr viel Kalk von den Lupinen vertragen, jedenfalls wohl immer dann, wenn man nach HILTNER auch eine Behandlung der Lupinen mit Eisenvitriol oder anderen geeigneten Eisenverbindungen nicht unterlässt. Keinerlei Kalkempfindlichkeit zeigte sich auch bei früheren Impfversuchen in Töpfen, die mit verschiedenen schweren Böden mit zum Teil recht hohem Kalkgehalte angesetzt worden waren. So wurde z. B. von je drei Töpfen gelber Lupinen an Trockenmasse geerntet auf

	Silberfelder Tonboden mit 0,4 % CaO g	Lauchstädter Boden mit 1 % CaO im Oberboden und 8—10 % CaO im Untergrund g	Emerslebener Lösslehm mit 11,6 % CaO g
Ohne Impfung . .	56,4	67,4	68,8
Mit Impferde . . .	167,0	156,2	148,8

Bei späteren Topfversuchen mit unmittelbarem Kalkzusatze in verschiedener Gestalt zu lupinenfähigem, schwerem Boden und ebensolchem Sandboden wurde eine auffallende Kalkempfindlichkeit selbst dann nicht beobachtet, wenn man den Zusatz von kohlensaurem Kalk bis zu 10 % steigerte. Böden, die gute Bodengare aufweisen oder bei ausreichendem Gehalt an Kalk und Magnesia bzw. durch entsprechende Düngung mit diesen Stoffen in gute Gare kommen können, dürften im allgemeinen für den Lupinenbau kaum jemals schädliche Wirkungen zeigen, vorausgesetzt, dass die betreffenden Böden überhaupt schon gut lupinenfähig sind, bzw. durch geeignete Impfung lupinenfähig gemacht werden. Oft sind die bei Lupinen auftretenden schädlichen Wirkungen eine Folge der Düngung mit saurem Kalziumphosphat, die man aber meist durch einen Zusatz von ausreichenden Mengen von kohlensaurem Kalk völlig und auch schon durch Kaliumchlorid weitgehend abschwächen kann. Auf Sandböden dürften andere Ursachen oft eine auffallende „Kalkempfindlichkeit" der Lupine vortäuschen. Auch dürften nach unseren Erörterungen Mergelböden keineswegs so ungeeignet für den Lupinenbau sein, wie dies vielfach noch gegenwärtig angenommen und hingestellt wird. Die Lupine meidet keineswegs so stark die Kalkböden, wie die Landwirte vielfach meinen, und geht oft ziemlich leicht auf tonige, zähe Böden über. Nur darf man unter anderem eine richtige Impfung bei ihrem ersten Anbau nicht unterlassen und nach einmaligem Fehlschlagen ihren weiteren Anbau noch nicht aufgeben."

Die grosse Bedeutung eines ausreichenden Vorrats von recht gut angepassten Knöllchenbakterien für die Lupinen, mögen sie nun auf was für einem Boden auch wachsen, liegt nahe. Andernfalls ist die Stickstoff-

zuführung unzureichend,[1]) und eine anderweitige Schädigung wird von den hungernden Pflanzen um so weniger überwunden werden können.

Bereits lange vor den Untersuchungen B. HEINZES hat dies F. ARNDT festgestellt, wie oben erwähnt werden konnte, und die bekannte Warnung, die sich auch bei ARNDT [2]) findet, Lupinen auf kalten, nassen und strengen Böden anzubauen, wird vermutlich unter anderem wesentlich darauf zurückzuführen sein, dass hier die Knöllchenbakterien keine günstigen Bedingungen für ihre Entwicklung finden. HEINZE hebt ja auch besonders hervor, dass das Eintreten guter Gare für den Lupinenanbau von massgebender Bedeutung ist. ARNDT hat auf die Bedeutung des mehrmals hintereinander wiederholten Lupinenanbaus ja auch ausdrücklich hingewiesen, wodurch die notwendigen Bakterien mehr und mehr die für die Lupine geeignete Form erhalten. Diese Wirkung mehrfacher Wiederholung des Leguminosenbaus an zunächst denselben nicht zusagenden Stellen ist ja eine durchaus nicht neue, sondern im Gegenteil recht alte Erfahrung, wie die oben wiedergegebene Belehrung [3]) von v. ROSENBERG-LIPINSKI ergibt. Wo man die neuzeitlichen Impfverfahren mit Erfolg zur Anwendung bringt, wird häufig eine derartige Wiederholung des Anbaues, früher das einzige Mittel zur Erzielung genügender Knöllchenbakterienanreicherung, nicht erforderlich sein, wie Mitteilungen von R. SCHÜLER-Regensburg [4]) über seine zahlreichen Versuche ergeben. Allerdings vermochte auch C. v. SEELHORST die Serradella auf dem schweren, kalkhaltigen Lehm des Göttinger Versuchsfeldes trotz sachgemässer Impfung erst im dritten Jahre bodenständig zu machen. [5])

Aber sowohl ARNDT wie SCHÜLER stellen fest, dass dort, wo der Boden zu grosse Mengen von Kalk enthält, die Lupinen nicht gedeihen. Nach SCHÜLER „schädigt bereits ein Gehalt von mehr als 0,5 % den Ertrag. Besonders empfindlich ist in dieser Beziehung die gelbe Lupine, am wenigsten die weisse. Durch Düngung mit Kainit kann man die ungünstige Wirkung des Kalkes abschwächen, jedoch nicht vollkommen aufheben. Auf sehr kalkreichen Böden wird man daher die Lupine überhaupt nicht bauen können."

Hält man hierzu die Angabe ARNDTS, „dass es MAERCKER, wie dieser erwähne, trotz angestrengtester Mühe nicht gelungen sei, die Serradella in der Provinz Sachsen zum Gedeihen zu bringen",[6]) eine Angabe, die wohl auch von HEINZE als recht beachtenswert anerkannt werden wird, so liegt der Schluss nahe, dass auch noch ausser dem Einfluss der Knöllchen-

---

[1]) Den unwahrscheinlichen Fall ausgenommen, dass der Boden reichliche Mengen von leicht aufnehmbaren Stickstoffverbindungen zur Verfügung stellt, die möglicherweise aber der Lupine aus anderen Gründen nicht so zuträglich sind.

[2]) F. ARNDT, a. a. O. 15.

[3]) Vgl. oben S. 98.

[4]) Illustr. landw. Zeitung 33, 235 (1913).

[5]) Nach freundlichen mündlichen Mitteilungen.

[6]) F. ARNDT, a. a. O. 24.

bakterien andere Umstände auf die Kalkempfindlichkeit der Lupine einzuwirken vermögen, von denen wir ja übrigens den Mangel an aufnehmbarerem Eisen bereits kennen gelernt haben.[1])

Auf die Frage der Versorgung mit angepassten Knöllchenbakterien für die Überwindung der Kalkempfindlichkeit durch die Lupine werfen Forschungen[2]) von v. Seelhorst ein neues Licht, das an alte Erfahrungen erinnert. v. Seelhorst hatte nämlich in Gemeinschaft mit B. Creydt festgestellt, dass die Knöllchenbakterien der Lupine durch Kalkdüngung erheblich in ihrer Wirksamkeit für die Pflanze gehemmt werden[3]) oder vielleicht auch selbst durch den Kalk beeinträchtigt wurden. Die erwähnten weiteren Versuche zeigten dann, dass die Knöllchenbakterien in hohem Maße durch Kalk geschädigt wurden, und v. Seelhorst ist sogar geneigt, die Kalkfeindlichkeit der Lupinen in erheblichem Umfange hierauf zurückzuführen.[4]) Wie man sich erinnern wird, hatte bereits vor fast einem Vielteljahrhundert Saalfeld die Ansicht ausgesprochen, dass Leguminosenknöllchenbakterien durch Ätzkalk geschädigt oder sogar vernichtet würden.[5]) Zwar glaubte er später, diese Überzeugung aufgeben zu sollen,[6]) aber auf Grund von weiteren Versuchen, die bereits Appel zu der Ansicht brachten, dass die Frage noch nicht genügend erschöpft sei und dass weitere Versuche wünschenswert wären.[7])

v. Seelhorsts Versuche scheinen Appels Überzeugung recht zu geben und überhaupt die Beobachtungen von Saalfeld in ein neues Licht zu rücken. Vorbehaltlich weiterer Klärung der Angelegenheit — auch Pfeiffer fand eine gewisse Beeinträchtigung der Knöllchenbakterien durch Kalk[8]) — werden wir somit anzunehmen haben, dass die Kalkung unter Umständen die Knöllchenbakterien zu schädigen vermag und somit bereits direkt die Lupinen benachteiligt, dann aber sie indirekt, indem sie Stickstoffhunger veranlasst, in vermehrtem Umfange der Kalkschädigung preisgibt. L. Hiltners Ansicht, dass Zurückführung der Kalkempfindlichkeit der Lupine auf eine Schädigung der Knöllchenbakterien durch Kalk auszuschliessen sei, kann dem vorhandenen Beweismatrial gegenüber wohl kaum durchdringen.[9]) Damit läge bereits ein zweiter Grund für die Kalkempfindlichkeit der Lupine vor, der indes noch immer nicht genügt, die nach so manchen Feststellungen in der Praxis und bei Versuchen vorliegenden Verhältnisse zu abschliessender Klärung zu bringen. Wir müssen hierzu nun endlich auf die Wirkung des Kalk-Kali-Gesetzes zurückgreifen, dabei indessen noch einen Umstand zu klären suchen, dem wir nicht selten in der

---

[1]) Vgl. oben S. 104.

[2]) C. v. Seelhorst, Geilmann und R. Thiele, Deutsche landw. Presse 42, 3 (1915).

[3]) B. Creydt, Inaugural-Dissertation, Göttingen, 112—114 (1914).

[4]) Deutsche landw. Presse, a. a. O. 4.

[5]) Deutsche landw. Presse 21, 83 und 100 (1894).

[6]) Hannoversche land- und forstwirtschaftl. Zeitung 53, 39 (1901).

[7]) Zentralblatt für Bakteriologie, Teil 2, 7, 746 (1901).

[8]) Mitteilungen der landw. Institute Breslau 7, 206 (1914).

[9]) L. Hiltner, Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz 13, 51 (1915).

Literatur begegnen, nämlich der schädlichen Wirkung gewisser Kalidüngungen auf kalkempfindliche Pflanzen. Zunächst ist es eine häufige Erscheinung, dass der *Buchweizen*, obwohl er mit Recht als eine recht kalihungrige Pflanze bezeichnet werden kann, auf Kalidüngungen durch geringe oder gar Missernten antwortet. Es handelt sich dabei zumeist um Düngungen, die erst im Frühjahr in Gestalt von Kainit gegeben worden sind, und gelegentlich ist wohl nicht mit Unrecht eine Schädigung der Keimfähgkeit der Saat als Ursache angesehen worden. Doch ist es nicht unwahrscheinlich, ja vielmehr wohl sogar sicher, dass auch in Fällen, in denen eine Salzschädigung der keimenden Saat ausgeschlossen war, doch die Kalidüngung nachteilig wirkte. So teilt z. B. F. Bruns mit, [1]) dass Buchweizen für Chlorsalze sehr empfindlich sei. Man müsse deswegen Kainit zeitig im Winter oder zur Vorfrucht geben; ja schon A. Schultz-Lupitz stellte zweifellose Lupinenschädigung durch zu spät ausgestreuten Kainit fest.[2]) In gleicher Weise vertritt J. Becker die Ansicht, dass eine erst im Frühjahr gegebene starke Kainitdüngung des vielen in ihr enthaltenen Chlors halber den Buchweizen gefährdet. Gegen Chlor sei der Buchweizen sehr empfindlich und werde nach Kainit leicht taub. Selbst das 40 $^0/_0$ ige Salz müsse schon lange vor der Bestellung gegeben werden. [3]) Auch Dücker [4]) erwähnt, dass das im Kainit enthaltene Chlornatrium dem Buchweizen nicht gut zu bekommen scheine; früher habe man jede mineralische Düngung für schädlich gehalten, doch lehre die Erfahrung der letzten Jahre, dass eine schwache Stickstoffdüngung in Form von schwefelsaurem Ammoniak den Ertrag an Körnern steigern könne. Von Wissenschaftlern haben endlich diese Beschädigung des Buchweizens durch Chlorverbindungen in letzter Zeit wieder Th. Pfeiffer und W. Simmermacher [5]) behandelt, allerdings nur beiläufig im Zusammenhang mit ihren Versuchen über das Bedürfnis der Buchweizenpflanze für bestimmte Mengen von Chlorverbindungen. Auf Grund einer Bewertung der Literatur und seiner eigenen Ermittelungen stellt Pfeiffer fest, dass die Buchweizenpflanze nur ein sehr geringes Bedürfnis an dem für die Pflanzen [6]) unentbehrlichen Nährstoff Chlor besitzt und dass eine grössere Menge von Chlorverbindungen einen ungünstigen Einfluss auf das Wachstum der Buchweizenpflanze ausübt. Nähere Betrachtung dieser Verhältnisse wird uns zu einem vielleicht nicht unwichtigen Ergebnis für unsere Überlegungen führen. Es ist allgemein bekannt und von Theorie wie landwirtschaftlicher Praxis anerkannt, dass reichliche Verwendung der Kalirohsalze zu starker Auswaschung von Kalk aus dem

---

[1]) Illustr. landw. Zeitung 36, 264 (1911).
[2]) Landw. Jahrbücher 10, 786 (1881).
[3]) J. Becker, Illustr. landw. Zeitung 36, 264 (1916).
[4]) Illustr. landw. Zeitung 36, 293 (1916).
[5]) Landw. Versuchs-Stationen 88, 105 (1916).
[6]) Im Gegensatz zu der üblichen Lehrmeinung.

Boden führt. Das Kochsalz[1]) veranlasst nach dem Massenwirkungsgesetz die Bildung von Chlorkalzium im Boden, natürlich aus den Vorräten desselben an kohlensaurem Kalk, wobei es dann zu einer mehr oder weniger bedeutungsvollen Auswaschung kommt. Experimentell ist das noch vor kürzerer Zeit bei den Versuchen über die Wirkung der Kaliendlaugen, die aus meinem Institut von O. Nolte veröffentlicht wurden, dargelegt worden.[2]) Es wurde Kalk ausgewaschen in 2 Jahren:

	im Liter[3]) *mg*	überhaupt[4]) *g*
Volldüngung mit 40 % Kalisalz:		
Freudenthal-Boden	195	2,442
Versuchsfeld-Boden	122	1,004
Ebstorf-Boden	−165	−2,503
Deppoldshauser-Boden	249	3,208
Volldüngung mit 12 % Kalisalz:		
Freudenthal-Boden	310	4,037
Versuchsfeld-Boden	467	6,152
Ebstorf-Boden	−143	−1,942
Deppoldshauser-Boden	500	5,914
Nur 12 %iges Kalisalz:		
Freudenthal-Boden	140	1,660
Versuchsfeld-Boden	375	4,999
Ebstorf-Boden	−251	−3,303
Deppoldshäuser-Boden	252	3,223
Ungedüngt:		
Freudenthal-Boden	0	−0,279
Versuchsfeld-Boden	138	1,595
Ebstorf-Boden	−366	−5,078
Deppoldshäuser-Boden	91	0,924

Die Angaben verstehen sich alle für pflanzentragende Gefässe; das Minuszeichen gibt an, dass eine Auswaschung nicht stattfand, wohl aber Aufnahme von Kalk aus dem Begiesswasser.

Wir können hier eine merkliche Verstärkung der Kalkauswaschung durch Anwendung der niedrighaltigen Kalisalze feststellen, wenn wir die derart behandelten Gefässe mit den ungedüngten vergleichen. Aber auch beim Vergleich der mit Volldüngung versehenen Gefässe zeigten die mit dem Kalirohsalz versorgten wesentlich stärkere Auswaschungszahlen als die mit 40 %igem Kalisalz gedüngten. —

[1]) Und das Chlormagnesium, sowie auch natürlich Natriumsulfat und Magnesiumsulfat, endlich zum Teil auch Kaliumchlorid und Kaliumsulfat.

[2]) Landw. Jahrbücher **51**, 671 (1918).

[3]) Ebendort 646 ff.

[4]) O. Nolte, Wirkung der Kaliendlaugen, Berlin bei Parey, 56 (1918).

Ganz in ähnlicher Weise wurde schon von MAERCKER [1]) und später von GERLACH [2]) und vielen anderen auf diese kalkauswaschende Wirkung hingewiesen. Wie sehr eine Düngung mit an sich, oder physiologisch sauren Salzen den Kalk im Boden in Bewegung setzt, wiesen auch R. EMMERICH, W. GRAF ZU LEININGEN und O. LOEW an der Hand eines Versuchs von S. HORI nach. [3]) Wenn nun derart Kalk durch Vermittlung der Kalirohsalze ausgewaschen wird, so ist es selbstverständlich, dass er vorher durch dieselben in Lösung gelangt ist. Mit anderen Worten, eine Düngung mit Kalirohsalzen vermehrt die Menge von Kalkverbindungen, Chloriden und Sulfaten, in der Bodenlösung und wird damit für die Pflanzen, die empfindlich gegen Kalkverbindungen sind, nachteilig wirken müssen. Es ist dabei also gar nicht eine unmittelbare ungünstige Wirkung des Chlors in den verschiedenen Verbindungen selbst nötig, sondern nur eine Erhöhung der Löslichkeit von Kalkverbindungen im Boden, wie sie allgemein zugegeben wird. Da wir bereits wissen, dass Buchweizen gegen Kalkverbindungen im Boden empfindlich ist, so liegt es nahe, die nachteiligen Wirkungen grösserer Mengen von Chlorverbindungen, wie solche in den Kalirohsalzen vorkommen, auf diesem Gebiet zu suchen. Dass wir uns hier auf der richtigen Spur befinden, zeigen Versuchszahlen von TH. PFEIFFER dann noch deutlicher. Dieser Forscher fand nämlich eine merkbare Schädigung seiner Buchweizenpflanze nicht nur durch verstärkte Chlormengen, sondern auch durch Erhöhung der Schwefelsäuremengen in den Düngesalzen. [4]) Das ist, falls man bei einer spezifischen Chlorschädigung beharrt, natürlich nicht erklärlich; dagegen fügt sich diese Erscheinung zwanglos der Ansicht ein, dass überhaupt nur die Förderung der Lösung von kohlensaurem Kalk durch Chlor- bezw. Sulfatsalze in Betracht kommt. Die letzteren müssen, der geringeren Dissoziation gesättigter Gipslösung halber, dabei theoretisch stärker lösend wirken und daher mehr Schaden tun als die Chloride. [5]) Doch ist natürlich auch die Konzentration von erheblichem Einfluss. In gleicher Richtung liegt ein Versuchsergebnis von CLAUSEN, [6]) der bei Buchweizen durch im Frühjahr gegebenen Kainit eine Herabsetzung der Ernte um die Hälfte fand, wogegen im Herbst verabfolgter Kainit keinen Schaden, aber auch keine Ertragssteigerung brachte; wohl aber war eine erntefördernde Wirkung der Kainitdüngung nachzuweisen, wenn der Kainit zur Vorfrucht gegeben war. Meiner Ansicht nach liegt hier ein sich den soeben gegebenen Ausführungen durchaus anpassender Fall vor, obwohl man natürlich hier mit einer Erklärung auf Grund spezifischer Chlorschädigung auch auskommen könnte. Ich glaube aber, dass meine oben

[1]) M. MAERCKER, Kalidüngung, 32/33. 2. Aufl. (1893).

[2]) M. GERLACH und C. VECKENSTEDT, Mitteilungen des Kaiser-Wilhelm-Instituts Bromberg 4, 382 (1915).

[3]) Zentralblatt für Bakteriologie (2), 31, 470 (1912).

[4]) Landw. Versuchs-Stationen 88, 112, 113 (1916).

[5]) Vgl. BÖTTGER, Zeitschr. f. physik. Chemie 46, 521 (1903) und CAMERON und SEIDELL, Journ. of Phys. Chem. 6, 50 (1902).

[6]) Illustr. landw. Zeitung 31, 74 (1911).

wiedergegebenen Ansichten über eine durch erhöhte Lösung von Kalk bedingte Schädigung zu Recht bestehen.

Bin ich mit dieser Überlegung auf dem richtigen Wege, so muss natürlich auch die *gelbe Lupine*, auf deren Besprechung ich hier wieder zurückkomme, eine Benachteiligung durch Kalirohsalze aufweisen, die nicht durch einfache Keimungsschädigung zu erklären ist, sich vielmehr zunächst als anscheinende Empfindlichkeit gegen Chloride hervorheben dürfte. In der Tat finden wir hier und da aus der Praxis derartige Angaben in der Literatur vor. So führt ULRICH, der den tatsächlichen Zusammenhängen ziemlich nahekommen dürfte, aus, dass das weniger gute Gedeihen der gelben Lupine durch ein Übermaß von Chlorverbindungen im Kainit veranlasst ist. Das sich im Boden bildende Chlorkalzium werde zwar leicht ausgewaschen, wirke aber zunächst schädlich auf die Pflanzenwurzeln.[1]) Dass tatsächlich durch Kainit gerade auf Lupinenfeldern eine weitgehende Auswaschung von Kalk und daher selbstverständlich auch starke Lösung dieses Stoffes verursacht wird, ist an der Hand von eigenen Untersuchungen durch K. HILLMANN festgestellt worden,[2]) wie es ja ohnehin durchaus zu erwarten war. Hinweise auf Schädigungen durch die Chlorverbindungen der Kalirohsalze finden sich dann auch noch von W. SCHÖNBOHM,[3]) dann zumal von KRÜGER,[4]) der statt einer Kainitgabe für die Pflanzen 40 $^0/_0$ iges Kalisalz empfiehlt, da die Serradella, die er im Auge hat, unter dem Chlorgehalt des Kainits leiden könnte. Diese Angabe würde natürlich von der Lupine, die im Gegensatz zu der noch zu besprechenden Serradella in wesentlich erhöhtem Maße kalkempfindlich ist, erst recht gelten. Für die Lupine selbst weisen wieder auf Schädigung durch Kainitgabe kurz vor oder nach der Bestellung EICHBLATT[5]) und CLAUSEN[6]) hin, ebenso eine dritte Mitteilung.[7]) Die letzte rechnet allerdings wesentlich mit einer Keimungsschädigung.

Abgesehen davon, dass meine Anschauungen über die Erklärung der Chlorschädigung bei Buchweizen, Lupine und Serradella auf dem Wege der Löslichmachung von Kalk durch die Tatsache an Wahrscheinlichkeit gewinnen, dass sich bei diesen mehr oder weniger kalkscheuen Pflanzen die gleiche Erscheinung zeigt, ist das Vorhandensein einer derartigen Beeinträchtigung des Wachstums unserer Lupinen, die ja hier in erster Linie in Rede stehen, von grosser Bedeutung. Denn hierdurch erhalten wir die Erklärung dafür, dass das Kalk-Kali-Gesetz sich nicht so leicht für diese Pflanze und vermutlich überhaupt für alle ihm unterworfenen Pflanzen erkennen lässt. Es wird nicht selten trotz ausgiebiger Kalidüngung die

---

[1]) Illustr. landw. Zeitung **31**, 258 (1911).
[2]) Ebendort 13/14.
[3]) Ebendort 93.
[4]) Ebendort **32**, 679 (1912).
[5]) Ebendort **25**, 431 (1905).
[6]) Ebendort.
[7]) Ebendort 447.

günstige Wirkung dieser Massnahme auf die kalkempfindliche Pflanze nicht hervorzutreten vermögen, weil die Nebensalze auf verstärkte Wirkung des schädlichen Kalkes hinarbeiten, und derart eine Kainitdüngung z. B. der kalkempfindlichen Pflanze nicht nur Nutzen, sondern auch unter Umständen erheblichen Schaden bringt. Beim *Buchweizen* fand ja CLAUSEN, dass in Gefässversuchen sogar Chlorkalium Nachteile mit sich brachte. TH. PFEIFFER beobachtete das Gleiche für Kalisulfat. Es liegt nahe, dass bei einem Boden, der kohlensauren Kalk in reichlichen Mengen enthält, eine ausgiebige Kalidüngung, die nicht gleichzeitig Kalk in erhöhtem Maße in Lösung bringt, überhaupt nicht leicht zu geben ist.[1]) Auch die meisten von den vorliegenden Vegetationsversuchen leiden unter Nichtberücksichtigung dieser Erscheinung, wie noch zu zeigen sein wird. Dabei konnte bereits von meinem Mitarbeiter N. AIYANGAR[2]) gezeigt werden, dass diese kalklösende Wirkung der Kalirohsalze hemmend auf die Ausnutzung der weniger leichtlöslichen Phosphate wirkt, wie dies theoretisch ja auch durchaus naheliegend ist. Es wird also je nach den Umständen eine Kaligabe zumal in Form von Kainit bald die Empfindlichkeit der *Lupine* gegen Kalk beheben, bald nicht, bald endlich dieselbe verstärken. Das zeigen auch die Ergebnisse der Kalkumfrage der D. L.-G., nach welcher stärkere Beigaben von Kainit zur Lupine stellenweise Abhilfe gegen die Kalkempfindlichkeit geschaffen haben, in anderen Fällen aber auch nicht.[3]) Hinzu kommt endlich aber noch, dass auf den meisten Böden infolge von Basenaustausch und lösender Wirkung des Kalkes auf Silikate und Humusverbindungen eine Kalkgabe, zumal eine stärkere, gleichzeitig eine gewisse Kalidüngung darstellt. Ein recht gutes Beispiel hierfür findet man bei A. ATTERBERG,[4]) der direkt sagt, dass eine starke Kalkgabe auf seinem Moränenboden dieselbe Wirkung ausübte wie eine Kalidüngung.

Berücksichtigt man diese Umstände, so zeigt sich, dass doch die Kalidüngung an sich in der Mehrzahl der Fälle einen günstigen Einfluss hinsichtlich der nachteiligen Wirkungen des Kalkes auf die Lupine ausübt, wie dies ja nach dem Kalk-Kali-Gesetz zu erwarten ist. So sind hier die bekannten Mitteilungen von A. SCHULTZ-LUPITZ heranzuziehen, bei dessen Versuchen der Kainit wohl um so besser zu wirken vermochte, als der Erdboden der Lupitzer Felder an sich kalkarm war. Auch F. ARNDT hebt hervor, dass Lupine wie Serradella, die entschieden kalkfeindlich seien, auf ausgesprochenem Kalk- oder gemergeltem Boden ohne Kalizufuhr wohl nicht gedeihen würden.[5]) KNUST[6]) und SCHLABACH[7]) weisen gleichfalls auf

[1]) Kohlensaures und kieselsaures Kali, die etwa zu wählen wären, bringen durch alkalische Reaktion voraussichtlich andere Nachteile, worüber TH. PFEIFFERS Arbeiten verglichen werden mögen.

[2]) Inaugural-Dissertation, 69 (1917).

[3]) M. HOFFMANN-A. ORTH, Kalk- und Mergeldüngung, 232 (1918).

[4]) Journal für Landwirtschaft **51**, 171 (1903).

[5]) F. ARNDT, Gründüngung, 24 (1890).

[6]) Illustr. landw. Zeitung **33**, 621 (1913).

[7]) Ebendort **36**, 448 (1916).

hohes Kalibedürfnis der Lupine hin, während dann wieder RANDOW[1]) feststellt, dass Kalidüngung so günstig auf das Wachstum der Lupine einwirke, dass sie dadurch sogar auf gemergelten Böden zu gedeihen vermöge. Bei den Kalkversuchen der D. L.-G. 1899—1904 wurde in einigen Fällen ein günstiger Einfluss des Kalkes auf die Lupine beobachtet, aber nur, sofern gleichzeitig Kainit Verwendung fand.[2]) Endlich ist auch von VAGELER das hohe Kalibedürfnis der Lupine besprochen worden.[3]) Noch weitere Hinweise dieser Art finden wir bei C. v. SEELHORST, der auf dem schweren, kalkhaltigen Boden des Jenaer Versuchsfeldes durch sehr starke Kainitdüngung (2 Zentner für 3,14 Ar und Impfung mit Lupinenerde) gutes Gedeihen der vorher dort nicht wachsenden Lupinen erzwang.[4]) Dass dabei die verhältnismässig wenig kalkempfindlichen blauen Lupinen am besten wuchsen, schlechter schon die weissen und am schlechtesten die gelben, erklärt sich, wie ich schon oben ausführte, wesentlich durch die Lösung von Kalk durch das Kalirohsalz, wodurch natürlich die Pflanzen — neben der sie begünstigenden Kaliwirkung — ihrer Empfindlichkeit gegen Kalk entsprechend beeinträchtigt wurden. Auch L. DANGER scheint Kalk für Lupinen, zumal zu blauen Lupinen, weniger zu fürchten, wenn daneben die erforderliche Kalidüngung verabreicht wird.

H. BUHLERT neigt gleichen Ansichten über die günstige Wirkung von Kalidüngung gegen die Kalkempfindlichkeit der Lupine zu — wenigstens gibt er an, dass die sonst nach SCHULTZ-LUPITZ auch etwa 6 *dz* für den Hektar zu bemessende Kainitdüngung bei Neukulturen und gleichzeitiger Kalkdüngung auf 10, ja 20 *dz* gesteigert würde. Das Kali werde gewöhnlich im Winter oder zeitig im Frühjahr auf die rauhe Furche gestreut.[5])

Endlich stehen mir noch die Versuche von BÄSSLER zur Verfügung.[6]) Er baute schon vor über 20 Jahren Lupinen auf schwachlehmigem, humosem Sandboden mit 0,31 vom Hundert Kalkgehalt, und stellte fest, dass durch eine Gabe von 2000 *kg* Ätzkalk in Form von gebranntem, gemahlenem oberschlesischen Kalk mit 95 vom Hundert CaO Nachteile gegenüber Lupinenpflanzen auf ohne Kalkdüngung belassenem Sande nicht veranlasst wurden, wenn eine Grunddüngung von 600 *kg* Kainit auf den Hektar verabfolgt worden war. Je 100 Lupinenpflanzen hatten erzeugt:

ohne Kalkdüngung 44,999 *kg* grüne Masse mit 0,143 *kg* Stickstoff und 12 vom Hundert CaO,

mit Kalkdüngung 44,439 *kg* grüne Masse mit 0,135 *kg* Stickstoff und 13,61 vom Hundert CaO.

Gemeinsam mit den bereits weiter oben angeführten, mannigfaltigen Erfahrungen, die sämtlich den erheblichen Nutzen der Kalidüngung für durch Kalk leidende Lupinen dartun dürften, vermögen diese Ausführungen

[1]) Deutsche landw. Presse **17**, 203 (1890).
[2]) M. HOFFMANN-A. ORTH, Kalk- und Mergeldüngung, 233 (1918).
[3]) Deutsche landw. Presse **34**, 523 (1907).
[4]) Bericht der landw. Versuchsstation Jena (1895).
[5]) H. BUHLERT, Hülsenfrüchte, 48, Hannover bei Jänecke (1908).
[6]) Deutsche landw. Presse **43**, 232 (1916).

wohl zu beweisen, dass das Kalk-Kali-Gesetz auch für die Lupine Bedeutung besitzt. Vielleicht noch einleuchtender wird dies aus der Besprechung der neuesten auf diesem Gebiet vorliegenden Versuche hervorgehen.

Zunächst seien Versuche von DEHÉRAIN und DEMOUSSY [1]) genannt, die bei PFEIFFER näher besprochen und angeführt sind. Für mich genügt hier, dass diese Forscher durch Zugabe von Kaliumphosphat ein wesentlich günstigeres Wachstum der Gelblupine trotz starker Zugaben von kohlensaurem Kalk erreichten. Sie schreiben diese Wirkung freilich der dadurch verabfolgten Phosphorsäuredüngung zu. Ich glaube aber natürlich, hier eine Kaliwirkung sehen zu müssen, denn die Lupine hat nach TH. PFEIFFER [2]) ein derartig starkes Aufschliessungsvermögen gerade für die schwerer löslichen Phosphate, dass nach allem Angeführten an eine Kalkschädigung infolge von Verursachung von Phosphorsäuremangel bei ihr wohl erst in letzter Linie zu denken wäre.

A. CANDA [3]) fand weiterhin bei seinen Versuchen mit Lupinenkultur in Lauchstädter Boden, dass Monokalziumphosphat eine schädigende Wirkung auf die Lupinen ausübte, welche durch Zusatz von kohlensaurem Kalk oder Chlorkalium aufgehoben werden konnte. Er erkennt allerdings die nachteilige Wirkung des wasserlöslichen Kalksalzes nicht als durch die Kalkzufuhr bedingt, doch bin ich überzeugt, dass man hiermit stark rechnen muss. Wir sehen dann, dass nicht nur die Beseitigung des leichtlöslichen Kalksalzes durch kohlensauren Kalk, sondern ebenso eine unmöglich in dieser Richtung und ebenso wenig auf Beseitigung etwaiger Säurereaktion hinarbeitende Chlorkaliumgabe die Schädigung zu verhindern vermochte.

TH. PFEIFFER und seine Mitarbeiter haben bekanntlich eine ganze Reihe von Versuchen angestellt, die zur Klärung der Frage der Kalkempfindlichkeit unserer Lupine dienen sollten. Dabei sind leider in letzter Zeit Mitteilungen über die hierbei erzielten Ergebnisse nicht gemacht worden, da „derart merkwürdige bezw. widerspruchsvolle Ergebnisse“ erzielt wurden, dass von deren Veröffentlichung vorläufig Abstand genommen werden musste.[4]) Das ist um so mehr bedauerlich, als ich hoffen würde, etwa an der Hand des Kalk-Kali-Gesetzes und der sonst von mir ausgeführten Anschauungen vielleicht hier und da einen Zusammenhang oder eine Klärung von Einzelheiten auffinden zu können. So bleiben nur die etwas älteren Arbeiten PFEIFFERS aus den Jahren 1911 und 1914 übrig. Bei den erstgenannten sind leider irgendwelche Ausblicke auf die Kaliwirkung ausgeschlossen, denn PFEIFFER hat seine Versuche gleichmässig mit einer ziemlich reichlichen Kaligabe versorgt, und Unterschiede irgendwelcher Art kommen in dieser Hinsicht für den Hauptversuch nicht vor.[5])

[1]) Mitteilungen der landw. Institute Breslau 6, 282 (1911).

[2]) Landw. Versuchs-Stationen 84, 106 (1914).

[3]) Stazion. speriment. agrar. Ital. 47, 627 ff. (1914).

[4]) Landw. Versuchs-Stationen 89, 230 (1917).

[5]) Mitteilungen der landw. Institute Breslau 6, 287 (1911).

Dagegen zeigt ein Nebenversuch vielleicht einen Hinweis, der für uns von gewissem Interesse zu sein vermag. PFEIFFER zog nämlich Lupinen[1]) unter Beidüngung mit Blutmehl und Dikalziumphosphat, wobei die Lupinen zweifellos durch diese Grunddüngung und, wie PFEIFFER auf Grund des Vergleichs mit anderen Versuchen annimmt, der Düngung mit Blutmehl halber sich ziemlich ungünstig entwickelten. Er hält eine Schädigung durch Ammoniakbildung für gegeben. Ohne dass dies grundsätzlich zu bezweifeln wäre, möchte ich doch die zweifellos erhebliche Bildung von Kohlensäure aus den etwa 15—17 *g* Blutmehl[2]) als recht wesentlich hinstellen. Dadurch wurde vermutlich eine stärkere Lösung des Dikalziumphosphats bedingt, denn nach TH. SCHLOESING DEM ÄLTEREN finden wir die Löslichkeit von Dikalziumphosphat durch Kohlensäure im Wasser erheblich gesteigert, falls, wie hier, Kalziumkarbonat fehlt. So kommt es zu starkem Vorhandensein des löslichen Kalksalzes, das für die Lupine schädlich ist. Dadurch wird vermutlich einmal die Eisenaufnahme der Lupine beeinträchtigt,[3]) dann aber tritt die durch Kali zu bessernde oder zu heilende eigentliche Kalkschädigung hervor. Und wirklich finden wir auch, dass die doppelte Kaligabe bei diesem Versuch die Ernten nahezu in sämtlichen Fällen nicht unerheblich zu steigern vermochte.[4])

Die zweite grosse Versuchsreihe PFEIFFERS[5]) bietet insofern besonders wichtiges Material, als die Gehalte der geernteten Gewächse an Kalk und Kali ermittelt worden sind. Dabei ergeben sich unter anderem die folgenden Werte:

Nr. der Gefässe	Kalkdüngung	Ernte an Trockenmasse	Gehalt der Trockenmasse an Pflanzennährstoffen							
			CaO		K_2O		P_2O_5		N	
		g	*g*	%	*g*	%	*g*	%	*g*	%
181—184	—	64,7 ± 0,42	1,020	1,576	0,996	1,539	0,314	0,485	1,833	2,910
185—188	93,9 *g* Kalkstein	57,2 ± 0,53	1,171	2,048	0,920	1,609	0,192	0,335	1,532	2,679
189—192	187,8 „ „	54,1 ± 0,48	1,153	2,132	0,918	1,696	0,161	0,298	1,410	2,606
193—196	281,7 „ „	52,5 ± 1,05	1,155	2,200	0,854	1,627	0,141	0,268	1,407	2,680
197—200	157,3 *g* Gips	56,6 ± 0,56	1,036	1,830	0,957	1,690	0,225	0,398	1,674	2,957
201—204	314,6 „ „	57,8 ± 0,59	1,095	1,894	0,930	1,609	0,223	0,385	1,696	2,934
205—208	471,9 „ „	58,4 ± 0,39	1,167	1,988	1.003	1.717	0.222	0,380	1,693	2,899

Leider konnten die Zahlenwerte für die Eisengehalte der Pflanzen nicht genau angeführt werden, doch ist nach PFEIFFERS Angaben[6]) mit Sicherheit anzunehmen, dass der Gips die Eisengehalte der Pflanzen recht wenig, der kohlensaure Kalk dagegen sie sehr stark abnehmen liess. Ist hierdurch vielleicht bereits eine ausreichende Erklärung für die verhältnis-

---

1) Mitteilungen der landw. Institute Breslau **6**, 298 (1911).

2) Gleich 2 *g* Stickstoff (ebendort).

3) Was nachher die günstige Wirkung des Kaliumbisulfats bei PFEIFFER erklärt.

4) Mitteilungen der landw. Institute Breslau **6**, 300 (1911).

5) Ebendort **7**, 203 (1914).

6) Ebendort 207/208.

mässig schwache Ernteverminderung gegeben, so wird die Herabdrückung der Phosphorsäuregehalte unter dem Einfluss des Gipses wie des kohlensauren Kalkes weiterhin ins Auge zu fassen sein. Dass auch der Gips die Aufnahme der Phosphorsäure beeinträchtigen muss, ergibt sich aus physikalisch-chemischen Überlegungen, weil Salze mit gleichem Ion in dieser Richtung stets mehr oder weniger stark wirken müssen. Die Lösung des Gipses, die vermutlich wesentlich von der Temperatur und den sonst vorhandenen Salzen abhing, dürfte bei jeder Düngergabe zuletzt zur Sättigung der Bodenlösung geführt haben. Nur wurde natürlich bei jeder neuen Verabfolgung des Begiesswassers dieser Zustand bei der eine wesentlich grössere Oberfläche bietenden Höchstgabe von Gips am raschesten erreicht und derart vermutlich doch durch die stärkeren Gipsdüngungen den Pflanzen ein wenig mehr Gips zur Verfügung gestellt. Die Phosphorsäure- oder Kaliaufnahme merklich zu beeinflussen, war dieser mehr oder minder rasch vorübergehende Unterschied vermutlich nicht gross genug. — Für die Kalkaufnahme aus kohlensaurem Kalk nehme ich in Übereinstimmung mit Th. Pfeiffer eine Wirkung der Wurzelausscheidungen der Lupine an, zumal anderenfalls, wie auch schon Pfeiffer hervorhebt, die Mehraufnahme an Kalk aus dem Karbonat gegenüber dem Gips schwer zu erklären wäre. Vielleicht mag hier noch auf die Angabe von P. Mazé hingewiesen werden, nach der Mais Apfelsäure in seinen Wurzelausscheidungen von sich gibt.[1])

Da bei diesem Versuch die Erschwerung der Eisen- und Phosphorsäureaufnahme sowie eine vermutlich eingetretene Behinderung der Knöllchenbakterien durch den kohlensauren Kalk[2]) völlig zur Erklärung der geringen Ernteverminderungen ausreicht, so ist um so weniger Material für die Frage des Kalk-Kali-Gesetzes bei ihm zu finden, als die Wirkung der beiden Gaben von Kalksalz eine verhältnismässig recht geringe war. Pfeiffer hebt denn auch hervor, dass dieser Versuch nichts für die nützliche Wirkung des Kalis gegen die Kalkschädigung erbringt.

Die weiteren Versuche Pfeiffers haben nun noch um die Hälfte grössere Kaligaben in Form des Phosphats erhalten, so dass die Wahrscheinlichkeit, einen Hinweis auf das Kalk-Kali-Gesetz zu erhalten, noch erheblich geringer wird. Dazu leiden die Versuche an nicht aufklärbaren Schädigungen, die überall auch die Ernten der nicht mit Kalk behandelten Gefässe stark heruntergedrückt haben.[3]) Zwar sind die Vegetationszeiten abgekürzt, aber auch bei Berücksichtigung dieses Umstandes ist doch im Vergleich zu einem früheren Lupinenversuch Pfeiffers die Entwicklung eine sehr schwache.

Es erbrachten:

	vom 1. Mai bis 29. Juli	Lupinen 1910 ohne Kalk	109,5 g	oberirdische Trockenmasse,
aber dann:	„ 20. April bis 11. Juli 1912	„ „	36,9 „	„ „
	„ 11. Juli bis 23. September 1912	„ „	40,7 „	„ „
	„ 4. April bis 26. Juni 1913	„ „	47,9 „	„ „
	„ 30. Juni bis 24. September 1913	„ „	35,7 „	„ „

[1]) Comptes rendues 155, 435 (1912).

[2]) Mitteilungen der landw. Institute Breslau 7, 206 (1914).

[3]) Ebendort 210.

Unter diesen Umständen musste natürlich das Kali noch mehr in völlig ausreichender Menge vorhanden sein, so dass bei einem nicht unerheblichen Kaliüberschuss die von uns hier besonders behandelte Kalkschädigung durch Hemmung der Kaliaufnahme keine Rolle zu spielen vermag. In einem einzigen Fall [1]) finden wir bei einer Versuchsreihe ein Sinken der Kaligehalte mit zunehmendem Kalkgehalt, ohne dass sich aber eine Beziehung zur Ernte an Trockenmasse ergäbe. So bieten PFEIFFERS Versuche leider im ganzen kaum für unsere Betrachtungen zu verwertendes Material, so wichtig sie sonst für die Beurteilung der Kalkschädigung der Lupine durch Eisenmangel und dergleichen sind.

Es ist wohl auch noch der Mühe wert, hervorzuheben, dass der von PFEIFFER benutzte Odersand schon an sich verhältnismässig viel Kali zur Verfügung stellt, wie PFEIFFER selbst bei einem Versuch ermittelte.[2]) Dadurch wird natürlich die Möglichkeit, hier Hinweise auf das Kalk-Kali-Gesetz zu finden, noch erheblich mehr vermindert. Das gibt meiner Meinung nach aber die Berechtigung, doch an der Benachteiligung der Kaliaufnahme durch Kalk und einer hierdurch bedingten Beeinträchtigung der Entwicklung der gekalkten Lupinen durch Kalimangel in allen den Fällen festzuhalten, in denen eben nicht Kali im Übermaße oder wenigstens reichlich vorhanden ist. PFEIFFERS an einer Stelle ausgeführte Meinung, dass „dieser Nährstoff sicherlich keine Rolle bei der Erklärung der Kalkempfindlichkeit der Lupinen spielt",[3]) ist daher auch nur auf seine eigenen, reichlich mit Kali versorgten Versuche berechnet und wird von ihm gewiss nicht verallgemeinert werden. Denn abgesehen von den bereits angeführten Tatsachen werden sogleich darzulegende Untersuchungen zeigen, dass bei geringerer Kaliversorgung die Verhältnisse auch für die Lupine anders liegen.

B. CREYDT fand bei seinen Versuchen über die Kalkempfindlichkeit der Lupine, über die ich hier im einzelnen des Platzmangels wegen Ausführungen nicht zu bringen vermag, folgende Werte:[4])

Sandboden Chlorkaliumgabe von 1 *g* Kali Kalkdüngung	Ernte an Trockenmasse mit Kalidüngung *g*	Ernte an Trockenmasse ohne Kalidüngung *g*	Ernte an Kalk mit Kalidüngung %	Ernte an Kalk ohne Kalidüngung %	Ernte an Kali mit Kalidüngung %	Ernte an Kali ohne Kalidüngung %
keine	67,8	67,6	1,62	2,35	1,43	0,47
0,2 % = 42 *g* $CaCO_3$	61,2	52,3	2,18	3,35[5])	1,56	0,44
0,5 „ = 105 „ „	37,2	30,9	2,30	2,78	2,13	0,56
0,8 „ = 168 „ „	24,6	21,5	2,45	2,92	2,62	0,68

[1]) Ebendort 211, Lupinen nicht bespritzt.

[2]) Mitgeteilt in einer rumänischen Veröffentlichung von DOBRESCU, nach freundl. mündlicher Auskunft.

[3]) Mitteilungen der landw. Institute Breslau 7, 217 (1914).

[4]) Inaugural-Dissertation, Göttingen, 88/89 (1914).

[5]) Wert nach B. CREYDT zweifelhaft.

Wir sehen deutlich, wie eine Kaligabe hier die Kalkernten zurückgedrängt hat und auf Steigerung der durch den Kalk herabgeminderten Trockenmassenernte hinwirkte. Besonders deutlich ist dies dort zu sehen, wo die Kalkdüngung nur einen mässigen Umfang erreichte. Bei sehr starker Kalkdüngung verwischt sich das Bild, vermutlich weil andere Folgen der Kalkgabe, etwa Erschwerung der Eisenaufnahme, Schädigung der Knöllchenbakterien oder ähnliches zu sehr in den Vordergrund treten; es gehen auch die Kaligehalte infolge der geringeren Trockenmassenernten natürlich überall in den Pflanzen in die Höhe.

Noch etwas deutlicher erscheint das Bild dort, wo statt der Kaligabe in Form von Chlorkalium das Kaliumkarbonat verwendet wurde. Vermutlich hat das Chlorkalium ein wenig auf die vermehrte Lösung von Kalk hingewirkt, was durch Kaliumkarbonat nicht geschehen konnte; dies musste vielmehr umgekehrt zu einer Verminderung der Löslichkeit des Kalkes führen. Hierauf deuten auch besonders die von Creydt für die Kaligabe gefundenen[1]) Kalkgehalte seiner Lupinen hin:

	Düngung mit 2,5 *g* Kali als Kaliumkarbonat	Düngung mit 2,5 *g* Kali als Kaliumchlorid
Ohne Kalk	1,17 % Kalk	1,17 % Kalk
0,2 % Kalk	1,71 „ „	2,04 „ „
0,5 „ „	1,73 „ „	2,20 „ „
0,8 „ „	1,98 „ „	2,23 „ „

Auch die physiologisch saure Reaktion des Kaliumchlorids kann noch auf Kalklösung hingewirkt haben. So musste der nachteilige Einfluss der Kalkdüngung beim Kaliumkarbonat, das nicht durch Nebenwirkungen auf Lösung von Kalk hinarbeitete, noch mehr als beim Chlorkalium herabgemindert werden. Dies zeigen denn auch die folgenden Zahlen:

Sandboden Kaliumkarbonat von 1 *g* Kali Kalkdüngung	Ernte an Trockenmasse		Ernte an Kalk		Ernte an Kali	
	mit Kalidüngung	ohne Kalidüngung	mit Kalidüngung	ohne Kalidüngung	mit Kalidüngung	ohne Kalidüngung
	g	*g*	%	%	%	%
keine.	77,0	67,6	1,52	2,35	1,03	0,47
0,2 % $CaCO_3$	68,4	52,3	2,06	(3,35)	1,05	0,44
0,5 „ „	56,0[2])	30,9	2,29	2,78	1,26	0,56
0,8 „ „	50,5[2])	25,5	2,44	2,92	1,34	0,68

B. Creydt[3]) hat denn auch aus seinen Zahlen den Schluss gezogen, dass mit der Steigerung des Kaligehaltes der Pflanzen sich die Kalkaufnahme vermindert.[4])

[1]) a. a. O. 86 und 88.

[2]) Die Ernten an Trockenmasse und damit auch natürlich die Kalk- und Kaligehaltszahlen müssen als recht unsicher bezeichnet werden. Vgl. a. a. O. 52.

[3]) Creydt, a. a. O. 93.

[4]) Bei Creydt wohl verdruckt: „verhindert“.

Nicht gerade neuesten Datums, aber doch auch an diesem Platz zu beachten scheinen mir weiter die Untersuchungen HEINRICHS[1]) zu sein. Dabei wurden mit Gelblupinen in Sandboden folgende Werte erhalten: [2])

Kalkgabe	Ernte an Trockenmasse mit Düngung mit 1 *g* Kainit	ohne Düngung mit 1 *g* Kainit
	g	*g*
Keine	171,4	160,5
10 % der Bodenmenge an geschlämmter Kreide	78,6	26,7
Keine, aber 1 *g* Chilesalpeter	199,6	178,0
10 % der Bodenmenge an geschlämmter Kreide und 1 *g* Chilesalpeter	87,2	63,0

Bei Verwendung eines Kalireinsalzes dürften die HEINRICHschen Versuche ein noch deutlicheres Ergebnis zugunsten des Kalk-Kali-Gesetzes ergeben haben, denn das Rohsalz muss, wie bereits dargelegt werden konnte, auf weitere Lösung von Kalk hinwirken, und so bei höheren Gaben seine eigene, günstige Wirkung wieder beseitigen oder wenigstens beeinträchtigen. Die von HEINRICH,[3]) PFEIFFER[4]) und, wenn auch ohne Einblick in den Zusammenhang, von H. HELLRIEGEL und WILFAHRT[5]) gegebenen Hinweise darauf, dass auch andere Kalksalze als das Karbonat, so besonders auch das Nitrat, Sulfat und Phosphat schädlich für die Lupine wirken, bieten uns bereits kaum Neues, seien aber hier noch hervorgehoben, da sich diese Beobachtungen mit den bei uns für andere Pflanzen festgestellten Erscheinungen decken.[6]) Naturgemäss dürfte es für die Gelblupine am schwierigsten sein, ihre Anpassung an die Forderungen des Kalk-Kali-Gesetzes darzulegen. Denn ihre Abhängigkeit von der Eisenzuführung wie von der Knöllchenentwicklung, die beide durch Kalkzufuhr beeinflusst werden, ist wohl stärker als bei sehr vielen anderen Pflanzen, und dazu wird, wie noch weiter unten darzulegen ist,[7]) auch vermutlich noch das Gebiet der Wasserversorgung des Bodens eine Rolle spielen. Immerhin mag das hier gegebene Material es doch wohl wahrscheinlich machen, dass neben anderen, sehr wohl zu berücksichtigenden Folgen erhöhter Kalkzufuhr auch das Kalk-Kali-Gesetz Beachtung um so mehr verdient, als es vermutlich in der Praxis, wo starke Kaliversorgung den Pflanzen fehlt oder aber zumeist mit vermehrter Kalklösung durch Nebensalzwirkung zusammengeht, häufiger Bedeutung besitzt, als bei Vegetationsversuchen mit ihren starken Grunddüngungen an reinen Salzen. —

[1]) R. HEINRICH, Mergel und Mergeln, 2. Aufl., 50 ff. (1908).

[2]) Ebendort 53, 54, 59, 60, 62, 63, 64, 66; die Gewichte sind die *Summe* von je 4 Parallelgefässen.

[3]) R. HEINRICH, Mergel und Mergeln, 2, Aufl., 54 ff. (1908).

[4]) TH. PFEIFFER, Mitteilungen der landw. Institute zu Breslau 7, 228 (1914). Derselbe, Landw. Versuchs-Stationen 84, 101 ff. (1914).

[5]) Arbeiten der D. L.-G. 34, 29 (1898).

[6]) Vgl. auch H. KAPPEN, Landw. Versuchs-Stationen 91, 40 (1918).

[7]) Vgl. unten S. 126.

Die *Serradella* ist in ähnlicher Weise wie die Lupine als kalkscheue Pflanze genannt worden, obgleich sie bei weitem nicht mit derart überwiegender Stimmenanzahl dieser Gruppe unserer Pflanzen zugewiesen wird. Wenn ich eine Reihe von Meinungen anführe, um dies darzutun, so sei darauf aufmerksam gemacht, dass C. E. v. Koenig die Serradella noch als für kalkhaltigen Boden dankbare Pflanze bezeichnete,[1]) während H. v. Koenig,[2]) der das Buch des Erstgenannten dann bearbeitete, im Hinblick auf die Erfahrungen von A. Schultz-Lupitz die Kalkempfindlichkeit der Pflanze feststellt. Anderen Orts begegnet uns das gleiche Bild. Hier wird die Serradella als wie die meisten Leguminosenarten den Kalk und Mergel liebend hingestellt,[3]) ihr Wachstum soll durch einen Mergelgehalt des Bodens wesentlich gebessert werden,[4]) nur auf etwas tiefgründigen, dabei kalkhaltigem Sandboden kommt sie fort.[5]) Lehmhaltiger Sand und Kalkmergel im Untergrund sollen ihr Wachstum im hohen Grade fördern.[6]) Livonius erwähnt erfolgreichen Serradellaanbau auf Lehmboden mit 10 % Kalk,[7]) Schindler ähnlichen von kalkhaltigem Löss.[8]) Nach anderer Anschauung ist Kalkdüngung zu Serradella zwar nur nach längeren Zwischenräumen, aber dann doch erforderlich.[9]) Auch G. Schmidt meint, Serradella werde für eine Kalkung nur dankbar sein.[10]) Etwas zurückhaltender äussert sich Dorn, der ausführt, dass ein mässiger Kalkgehalt für die Serradella nützlich sei und eine Kalkung ihr auch aus dem Grunde wohl kaum Schaden bringen würde, da sie zumeist auf den an Kalk armen Sandböden zum Anbau gelangt.[11])

Endemann[12]) dagegen vertritt die Ansicht, es sei in vielen Fällen nachgewiesen, dass eine Kalkgabe auch der Serradella geschadet habe. An eine nachteilige Wirkung einer zur Vorfrucht verabfolgten Kalkung glaubt er indes auch nicht. Fruwirth,[13])ebenso Becker,[14])meinen, viel Kalk sei der Pflanze hinderlich, wie sie überhaupt Kalk im Boden nicht erfordere.[15]) F. Arndt[16])hält die Serradella für „entschieden kalkfeindlich", und glaubt

---

1) Die Serradella, 5. Aufl., 129 (1891).

2) Ebendort 130.

3) Deutsche landw. Presse **6**, 169 (1879).

4) Ebendort **7**, 402 (1880); Hildebrand, Landw. Pflanzenbau, 226, Berlin bei Parey (1889).

5) Ebendort **8**, 57 (1882); ebendort, Schirmer-Neuhaus **9**, 531 (1882).

6) Ebendort **15**, 187 (1888).

7) Illustr. landw. Zeitung **29**, 158 (1909).

8) Österr. landw. Wochenblatt, 304 (1885).

9) Deutsche landw. Presse **18**, 1037 (1891).

10) Ebendort, **36**, 279 (1909); ferner Lehrke, Mischung und Aussaat der Grassämereien 73 (1888), Breslau bei Korn.

11) Illustr. landw. Zeitung **35**, 74 (1915).

12) Ebendort.

13) C. Fruwirth, Hülsenfrüchte, 117 (1898).

14) Illustr. landw. Zeitung **34**, 831 (1914).

15) So auch Langethal, Landw. Pflanzenkunde 2, 67, Berlin bei Parey (1876).

16) Arndt, Gründüngung 24 (1890).

auf ausgesprochenem Kalk- oder gemergeltem Boden nicht an ihr Gedeihen ohne Kalizufuhr. Nach BLOMEYER lehnt unsere Pflanze hohen Kalkgehalt geradezu ab; auch SCHLABACH hebt das geringe Kalkbedürfnis der Serradella hervor.[1]) B. SCHULZE sah sie bei Vegetationsversuchen scharf durch Kalk benachteiligt; [2]) an anderem Ort wird mitgeteilt, dass sie auf frisch gemergeltem Boden in der Regel nicht recht gedeihen will,[3]) während ein dritter und vierter Ratgeber sie nur als für stark kalkhaltige Böden unverträglich hinstellen.[4]) M. HOFFMANN[5]) hebt die Bedeutung des Kalkes als Pflanzennährstoff auch für die Serradella hervor, weist aber andererseits auf die Tatsache hin, dass Kalk- und Mergeldüngung in sehr vielen Fällen auf die Entwicklung der Pflanze ungünstig gewirkt haben. A. MAYER meint, dass die Serradella, eigenartigerweise wird von ihm auch noch die Möhre genannt, das Kalken nicht ertragen könne. Auch CONTEJEAN nennt die wilde Form der Serradella in Frankreich unter den nach Mergelung das Feld räumenden Gewächsen.[6])

Um uns über diese mannigfachen Widersprüche zu einer richtigen Anschauung hindurcharbeiten zu können, müssen wir uns der bei Behandlung der Lupine hervorgehobenen Tatsachen erinnern. Zunächst ist es von grosser Bedeutung, wie sich die Anpassung der Knöllchenbakterien an die Serradella stellt. Bekanntlich hat besonders L. HILTNER mit grossem Erfolge die Serradella durch Impfung auf den für sie bis dahin gar nicht in Frage kommenden süddeutschen Böden eingeführt. Und schon erheblich früher hat F. ARNDT darauf hingewiesen, dass man sie mehrfach hintereinander anbauen müsse, um sie auch auf den für sie sonst weniger geeigneten Böden zu einer sichereen Pflanze zu machen.[7]) Ähnliche Erfahrungen v. SEELHORSTS wurden bereits erwähnt. Auch G. KOSCHMIEDER war sich schon 1903 darüber klar, dass die Serradella in Wiederholungsanbau nahezu überall, auch auf kalkreichen Böden gedeihe. In dem Maße, wie durch ihren Anbau die Bakterienanreicherung des Ackerbodens gesteigert werde, nehme die Kalkempfindlichkeit der Serradella ab.[8]) In ganz ähnlicher Weise berichtet J. v. BRANDIS, wie er mit grossem Erfolge nach vorangegangener Kalkung die Serradella geimpft habe.[9]) J. SIMON stellt gleichfalls fest, dass es durch Impfung gelingt, den Serradellaanbau auch auf kalkreichen Böden durchzuführen, da die Kalkempfindlichkeit

---

[1]) A. BLOMEYER, Kultur der landw. Nutzpflanzen **1**, 578 (1889). SCHLABACH, Illustr. Landw. Ztg. **36**, 448 (1916).

[2]) Jahresbericht der agrikulturchemischen Versuchsstation, Breslau (1899).

[3]) v. MANSTEIN, Deutsche landw. Presse **39**, 157 (1912); ebenso C. FRUWIRTH, Fühlings landw. Zeitung **44**, 395 (1894).

[4]) KRAUSE und J. SIMON, Deutsche landw. Presse **36**, 17 (1909); **39**, 259 (1912).

[5]) M. HOFFMANN-A. ORTH, Kalk- und Mergeldüngung, 232 (1918).

[6]) A. MAYER, Düngerlehre, 205 (1905); CH. CONTEJEAN, Géographie botanique, 51, 139 (1881).

[7]) F. ARNDT, Gründüngung, 23—25 (1890).

[8]) Deutsche landw. Presse **30**, 68 (1903).

[9]) Illustr. landw. Zeitung **35**, 74 (1915).

der Serradella durch die Bereicherung des Bodens mit den angepassten, ebenso nützlichen wie notwendigen Knöllchenbakterien abnimmt.[1]) Dann seien endlich B. Heinzes Erfahrungen nicht vergessen.[2]) Es handelt sich offenbar in allen diesen Fällen darum, dass eine besonders günstige Stickstoffernährung die Serradella in die Lage versetzt, andere Unbilden leichter zu überstehen, wie man ähnliches ja allgemein in der Biologie findet. Nicht unwahrscheinlich mag dabei noch sein, dass die ausgiebige Stickstoffzuführung durch gut wirksame Knöllchenbakterien die Entwicklung der Wurzeln erheblich fördert und so die Möglichkeit bietet, dass die Pflanze mit dem besser ausgebildeten Wurzelsystem in der Lage ist, etwa nur knapp vorhandene Nährstoffe sich besser aus dem Boden zusammenzusammeln. Die mit reicher Stickstoffernährung in der Regel zusammengehende, stärkere Entwicklung der Pflanze in den früheren Wachstumszuständen wird dann auch lebhafteren Stoffumsatz und damit vielleicht auch die Möglichkeit ergeben, schädliche Stoffe, wie etwa übermässige Kalkmengen, in der Pflanze rasch unschädlich zu machen. Nicht zu übersehen ist freilich an der Hand der oben gewürdigten Untersuchungen von v. Seelhorst und seinen Mitarbeitern, dass die schlechte Entwicklung der Serradella auf Kalkböden zum Teil auch einfach durch Schädigung der Knöllchenbakterien durch den Kalk, und damit durch Versagen dieser Stickstoffquelle bedingt sein kann. Bekanntlich hat auch Pfeiffer diesbezügliche Beobachtungen bereits vor v. Seelhorst gemacht und Saalfeld, nach ihm Bouilhac,[3]) noch viel früher als erster auf solche Möglichkeiten hingewiesen.

Wenn B. Heinze unter besonderer Hervorhebung der Bedeutung ausreichender Anpassung der Bakterien an unsere Pflanze zu der Ansicht gelangt, dass es eine auffallende „Kalkempfindlichkeit“ für die Serradella nicht gebe, so ist das aber doch vermutlich ein wenig weit übers Ziel hinausgeschossen, und die Feststellungen anderer Forscher kommen derart nicht zur Berücksichtigung. Zum mindesten ist dabei noch völlig ausreichende Düngerversorgung eine von B. Heinze wohl stillschweigend gemachte Voraussetzung, die reichliche Kalizufuhr in sich schliessen und die Bedingungen unseres Kalk-Kali-Gesetzes dadurch erfüllen würde. Es sei hier noch I.-A. Cl. Roux[4]) genannt, der gerade für unsere Serradella in ausgedehnten Versuchsreihen, die zwar nicht allen Anforderungen entsprechen, immerhin aber brauchbar erscheinen, die Wirkung steigender Kalkmengen prüfte. Während auf den kalkfreien Gefässen ausgezeichnete Entwicklung und hoher Wuchs festzustellen war — bis 40 *cm* —, begann bei Zusatz einer kalkreichen Erde, die den gesamten Kalkgehalt auf 4 % brachte, schon ein merkbarer Rückgang, der sich mit steigendem Kalkgehalt bis zur Unfähigkeit, Frucht zu bringen — bei 15 % Kalk — und

[1]) Deutsche landw. Presse, 39, 259 (1912).
[2]) Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik 5, 163 ff., 186, 196 (1907).
[3]) Zit. nach Roux, Rapport des plantes avec le sol, 142 (1900) Montpellier.
[4]) Ebendort, 152.

bis zur völligen Vernichtung steigerte. Dass bei Kalkmangel der Knöllchenbesatz ein guter war, zeigen die beigegebenen Abbildungen. Aber auch andere Umstände werden nicht unberücksichtigt bleiben dürfen.

So deutet der Hinweis darauf, dass die Serradella einen beträchtlichen Eisengehalt im Boden nicht als schädlich empfindet, „etwas Eisenschuss im Boden ficht sie nicht an", vermutlich darauf hin, dass ihr wie der Lupine durch Kalk im Boden die Versorgung mit dem erforderlichen Eisen erschwert wird,[1] und sie einen nicht unerheblichen Eisenbedarf besitzt, wenn auch wohl einen kleineren als die Gelblupine.

Vielleicht dürfen wir aus den angeführten Tatsachen, sowie aus manchen anderen Hinweisen auf die Ansprüche, welche Serradella an den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens macht,[2] den Schluss ziehen, dass Serradella bei grösserem Kalkgehalte des Bodens und anhaltender Trockenheit gern fehlschlägt, und damit den Ausführungen von G. Krafft folgen.[3] Auch Fruwirth stellt fest, dass unsere Pflanze auf grösserem Kalkgehalt des Bodens, gegen den sie empfindlich ist, durch zwergigen Wuchs reagiert. Bei grösserer Feuchtigkeit treten auch die Verzwergungserscheinungen weniger stark auf als bei Trockenheit.[4] Ähnlich äussert sich auch Siemssen dahin, dass „es häufig vorgekommen ist, dass bei stark kalkhaltigem Boden und grosser Trockenheit die Serradella versagte". Eine ganz allgemeine Erfahrung der landw. Praxis ist es endlich, dass für die Serradella feuchte Jahre gute Samenjahre sind, wie zuletzt noch 1916. Offenbar wird durch Feuchtigkeit die Entwicklung der Pflanze und damit auch die Samenausbildung begünstigt. Noch genauer sind diese Erscheinungen von B. Schulze[5] beobachtet und festgelegt worden. Er fand bei seinen Gefässversuchen eine erhebliche Empfindlichkeit der Serradella gegen Kalk bei den unter geringer Wasserzufuhr aufwachsenden Pflanzen, dagegen bei stärkerer Wassergabe ein geringeres Schwanken der Erträge ohne deutlich ausgesprochene Benachteiligung durch den Kalk.

Es scheint übrigens, als ob eine ähnliche, günstige Wirkung gesteigerter Wasserzufuhr auch bei der Lupine vorhanden sei, soweit sie die ersten Entwicklungsstadien überschritten hat. Denn man kann wenigstens in der Literatur mehrfach Angaben finden,[6] derart, dass bei besonders trockenen Böden diejenigen Lupinensorten bevorzugt werden, welche sonst

---

[1]) Deutsche landw. Presse **15**, 187 (1888); C. E. v. Koenig, Serradella, 129 (1891); Becker, Illustr. landw. Zeitung **34**, 831 (1914); A. Blomeyer, Kultur der landw. Nutzpflanzen **1**, 578 (1889).

[2]) Clausen, Illustr. landw. Zeitung **20**, 50 (1900): „Feuchter humoser Sandboden"; Krause, Deutsche landw. Presse **36**, 17 (1909): „Feuchter Sandboden"; Koenig ebendort **40**, 233 (1913): „Genügende Feuchtigkeit", „feuchtes Klima"; Becker, Illustr. landw. Zeitung **34**, 831 (1914): „Mässiger Feuchtigkeitsgrad des Bodens; C. Fruwirth, Hülsenfrüchte, 117 (1898): „Entschieden mehr Feuchtigkeit als die Lupine".

[3]) G. Krafft, Pflanzenbaulehre, 212 (1897).

[4]) Fühlings landw. Zeitung **44**, 395 (1895).

[5]) Deutsche landw. Presse **29**, 822 (1902).

[6]) Miban, Illustr. Landw. Ztg. **33**, 631 (1913).

als weniger empfindlich gegen Kalk bekannt sind; man kann hieraus wohl umgekehrt den Schluss ziehen, die Lupine zeige ebenso wie die Serradella ihre Kalkempfindlichkeit besonders unter verhältnismässig knapper Wasserzufuhr. Wir würden die hier vorliegende Frage somit nicht weniger für die Lupine als bedeutungsvoll ansehen müssen. Auch erwähnt A. SCHULTZ-LUPITZ die — vermutlich durch Kalk bedingte — Kainitschädigung von Lupinen und das Auftreten der Mergelkrankheit seiner Lupinen überhaupt, als in einem trockenen Jahre erfolgt.[1]) Ebenso hebt W. KETTE die Empfindlichkeit der Lupine gegen Kalk auf trockenem Sandboden hervor.[2])

Zur Klärung dieser Frage kann ich auf ältere eigene Untersuchungen zurückgreifen. Bei Prüfung der Zusammensetzung und sonstiger Verhältnisse des Graswachstums auf Spüljauchen-Rieselwiesen habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass offenbar eine grössere Feuchtigkeitszufuhr auf eine verminderte Kalkresorption, dagegen eine Vermehrung der Phosphorsäureaufnahme hinwirkt. Ganz entsprechende Werte, wie beim Heu von Rieselwiesen, liessen sich dann aus in der Literatur vorhandenen Werten ableiten und nicht zuletzt an die bekannte Erfahrung anknüpfen, dass nach besonders trockenen Jahren der Phosphorsäuregehalt unseres Wiesenheus oft für die Nutztiere gefahrdrohend gering ist.[3])

Das Entscheidende hierbei ist die Wirkung der verstärkten Niederschläge auf den Kalk. Bereits TH. SCHLÖSING DER ÄLTERE vermochte an der Hand seiner Versuche darauf hinzuweisen, dass stärkere Niederschläge den im Bodenwasser gelösten doppelkohlensauren Kalk in die Tiefe zu waschen vermögen, so dass sich hierdurch ungünstige Folgen für die Bodenstruktur ergeben.[4]) Ich habe dann weitere Darlegungen in der gleichen Richtung geben können.[5]) Wir müssen sonach annehmen, dass in feuchten Jahren der sich unter dem Einfluss der Kohlensäure (aus Wurzelatmung und Humuszersetzung) bildende doppeltkohlensaure Kalk mit jedem Regenguss hinabgespült wird, ohne dass Sonne und Wind durch Steigerung der Verdunstung sobald die Flüssigkeit und damit den doppelkohlensauren Kalk aus der Tiefe emporholen können. Denn wir rechnen ja mit einem feuchten Jahre. Natürlich bildet sich ja auch wieder in der Bodenlösung der Ackerkrume Kohlensäure und bringt kohlensauren Kalk in Lösung, aber da der Boden feucht ist — wir rechnen ja mit einem feuchten Jahre —, so lässt die Durchlüftung und damit auch die Kohlensäurebildung zu wünschen übrig; die in die tieferen Bodenschichten gewaschene Menge von kohlensaurem Kalk wird nicht so rasch ersetzt. Und ist sie wieder vorhanden, vielleicht auch schon vorher, so spült ein neuer Regenguss das gelöste Kalksalz wieder hinunter. Es kommt somit in einem feuchteren Jahre

[1]) Landw. Jahrbücher **16**, 786 (1881).

[2]) Lupinenbau, 9. Aufl., 19 (1891).

[3]) P. EHRENBERG, Landw. Versuchs-Stationen **68**, 31 (1908); **71** 270 (1909).

[4]) TH. SCHLÖSING DER ÄLTERE, Comptes rendues de l'Academie des Sciences **70**, 1347 (1870); Annales de Chemie et de Physique (5) 2, 520ff. (1874).

[5]) P. EHRENBERG, Die Bodenkolloide, 2. Aufl., 180 und 395 (1918).

nicht in dem Umfange zur Anhäufung von doppelkohlensaurem Kalk im Bodenwasser, wie in einem trockenen. Daher weisen auch die in einem feuchteren Jahre wachsenden Pflanzen, oder auf einem stärker angefeuchteten Boden angebauten Gewächse, niedrigere Kalkgehalte auf. Da der doppelkohlensaure Kalk derart mehr in der Bodenlösung zurücktreten muss, so sind die Bedingungen für die Lösung der Phosphorsäure günstige. Denn nach TH. SCHLÖSING hemmt das Vorhandensein stärkerer Konzentrationen von doppelkohlensaurem Kalk die Lösung von Trikalziumphosphat nahezu völlig.[1]) Je weniger doppelkohlensaurer Kalk sich somit in der Bodenlösung vorfindet, um so günstiger sind die Bedingungen für die Lösung der Phosphorsäure. Anders steht die Sache in trockenen Jahren. Die geringere Anfeuchtung des Bodens wird, solange sie sich nicht zu ausgesprochener Dürre gestaltet, auf verstärkte Durchlüftung hinarbeiten; die gleichzeitig mit der Trockenheit in unserem Klima in der Regel verbundene stärkere Erwärmung des Bodens wirkt in gleicher Weise wie die bessere Durchlüftung auf eine erhebliche Kohlensäurebildung hin, und zwar beides, sowohl auf solche aus Humuszersetzung, wie aus Wurzelatmung. So kommt es zu starker Lösung von kohlensaurem Kalk.[2]) Da Regengüsse zurücktreten, so wird die Ackerkrume wesentlich eine an doppelkohlensaurem Kalk gesättigte Bodenlösung enthalten. Die Folge muss eine sehr beschränkte Aufnahme von Phosphorsäure durch die Pflanzenwurzeln sein, da die Löslichkeit dieses Pflanzennährstoffes dann TH. SCHLÖSING DES ÄLTEREN Forschungen entsprechend sehr zurückgehen muss. Dagegen wird Kalk nun natürlich von den Wurzeln in verstärktem Maße aufgenommen werden müssen. — Ganz entsprechend fand auch D. N. PRJANISCHNIKOW mit J. S. SCHULOW und W. J. SAZANOW, dass bei Verfügung der Pflanzen über einen grösseren Wasservorrat Knochenmehl eine günstigere Wirkung auf Gramineen ausübte. Ebenso wirkte Begiessen der Pflanzen von oben besser als Begiessen von unten.[3]) Alles, wie ich hier feststelle, weil derart die Konzentration des Kalziumkarbonats in der Bodenlösung vorübergehend oder dauernd verringert wurde.

Derart bringe ich nicht nur die theoretische Erklärung für das Auftreten phosphorsäurearmen Futters nach trockenen Jahren, das ja leicht zur Knochenbrüchigkeit führt;[4]) sondern, worauf es mir natürlich hier mehr ankommt, den Zusammenhang zwischen der Kalkfeindlichkeit der Serradella und der grösseren oder geringeren Niederschlagsmenge eines Jahres.

Auch dass der Versuch B. SCHULZES bei feuchterer Haltung bessere Ergebnisse für die Serradella zeitigen musste, leuchtet uns nun ein. Denn

---

[1]) Comptes rendus, **131**, (1) 149, (1900); ebenda, 211.

[2]) Auch G. DE ANGELIS D'OSSAT, Stazion. speriment. agrar. Ital. **47**, 603 (1914), weist daraufhin, dass Untersuchungen derartiger Fragen die Menge und Verteilung der Kohlensäure im Boden sehr beachten müssen.

[3]) 6. Bericht über Ergebnisse der Vegetations- und Laboratoriumsversuche 1908/09, Moskau (1911).

[4]) Vgl hierzu P. EHRENBERG, Landw. Versuchs-Stationen **68**, 32 ff., 37 ff. (1908).

der durch die Bodenkohlensäure oder durch die Umsetzung mit anderen Salzen der Düngung gelöste Kalk wurde durch das vermehrte Begiesswasser immer wieder in die Tiefe gewaschen[1]) und so aus dem Bereich der bekanntlich nur flachgehenden[2]) Wurzeln der Serradella entfernt, die bei den ganzen Versuchen SCHULZES sich ohnehin nicht besonders sehr stark entwickelt haben dürfte.[3]) Eine tieferwurzelnde Pflanze hätte natürlich den Kalk, der in den geschlossenen Gefässen nicht ausgewaschen werden konnte, doch aufgenommen.[4]) Ich glaube, dass dieser Punkt bei der Anstellung von Vegetationsversuchen über diese und verwandte Fragen auch in Zukunft einige Beachtung verdient.

Wir können hiernach auch ohne weiteres sagen, dass alle kalkempfindlichen Pflanzen die nämliche Unterstützung in ihrem Wachstum durch feuchte Jahre, die gleiche Erhöhung der Schädigung in trockenen Jahren erfahren müssen, wenn sie auf kalkhaltigem Boden wachsen.[5]) Damit passt auf das Beste zusammen, dass C. FRUWIRTH feststellte, Stoppellupinen, die mehr Niederschläge erhielten, hätten bei seinen Versuchen auf gleichem Boden wiederholt günstigeren Stand gezeigt als solche, die als Hauptfrucht auf seinem kalkhaltigen Boden angebaut, der sommerlichen Dürre des Klimas in Mödling ausgesetzt gewesen waren.[6])

Im Zusammenhang mag auch der Wirkung schweren oder leichteren Bodens auf das Wachstum der kalkempfindlichen Gewächse gedacht werden. Hier dürfte die Adsorptionsfähigkeit, die Durchlüftung, die Fähigkeit, Wasser zurückzuhalten, und noch mancher andere ähnliche Umstand in Rücksicht zu ziehen sein. Die beiden letztgenannten Eigenschaften werden vermutlich darauf hinwirken, dass häufig die Konzentration des Kalkes in der Bodenlösung bei dem schwereren Boden eine geringere ist, als unter entsprechenden Verhältnissen in Sandboden mit ähnlichem Kalkgehalt. In ganz gleicher Weise wird dann voraussichtlich auf dem schweren Boden eine geringere Kalkaufnahme durch die Pflanze stattfinden. Ähnlich muss die Adsorptionsfähigkeit schwererer Böden stets auf Verringerung der Konzentration der Bodenlösung an Kalk hinwirken,[7]) soweit dieselbe reichlich Kalk aufgenommen hat. Ist die Bodenlösung indessen an Kalk verarmt oder enthält sie andere Salze in grösserer Menge, so wird der Boden aus den in ihm adsorbierten Kalkmengen an die Bodenlösung Kalk abgeben

[1]) In die Kiesmengen, die den Gefässboden bedecken und zugleich als Tara dienen.

[2]) BECKER, Illustr. landw. Zeitung 34, 831 (1914).

[3]) Erzielte Höchsternte an Serradella 26,4 *g* an trockener Masse.

[4]) Vgl. meine Darlegungen zu einem Versuch v. SEELHORSTS, Landw. Versuchs-Stationen 68, 33 (1908).

[5]) Ohne freilich den hier vorliegenden Zusammenhang zu ahnen, sondern nur aus ganz allgemeinen Überlegungen heraus vertritt schon A. MAGNIN, (A. F. A. S., Toulouse, 252, (1887) die Ansicht, „dass auch eine kieselholde Pflanze zufällig auf einem kalkhaltigen Boden wachsen könne, soweit er frisch-feucht sei, indem der Einfluss der Feuchtigkeit, ein Gegengewicht gegen die schädliche Wirkung des Kalkes bilde.“

[6]) Fühlings landw. Zeitung 44, 398 (1895).

[7]) Hinweise hierauf auch bei G. DE ANGELIS D'OSSAT, Stazion. speriment. agrar. Ital. 47, 603 (1914).

und so deren Konzentration an diesem Stoff erhöhen. Im allgemeinen ist aber jedenfalls damit zu rechnen, dass gleiche Kalkgehalte in schwererem Boden weniger Kalk an die Bodenlösung abgeben werden, als in leichtem. Hiermit sind weitere Gesichtspunkte zur Frage der Kalkempfindlichkeit angedeutet, und auch die nötigen Erklärungen für das Verhalten der Lupine und Serradella auf mit den nötigen Knöllchenbakterien versehenen, gut durchlüfteten,[1]) schweren kalkhaltigen Böden gegeben. Es kann danach auch nicht wundernehmen, wenn CLAUSEN[2]) den gleichfalls kalkempfindlichen *Buchweizen* auf sandigerem Boden stärker durch eine im Frühjahr gegebene Kainitdüngung leiden sah, als auf etwas lehmhaltigem Boden. Der durch die Chloride der Düngung, bezw. auch deren Sulfate, gelöste Kalk wurde auf Sandboden eben weniger durch Adsorption aus der Bodenlösung herausgenommen und konnte daher mehr Schaden tun.

Wir wenden uns, nachdem wir derart mancherlei Vorfragen der Kalkempfindlichkeit für die *Serradella* geklärt haben, wieder unserer Hauptaufgabe zu, die Gültigkeit des Kalk-Kali-Gesetzes auch für diese Pflanze darzutun. Dabei muss ebenso wie bei der Lupine darauf hingewiesen werden, dass eine gewisse Empfindlichkeit der Serradella gegen Kainitdüngung vorhanden ist oder wenigstens häufig hervorzutreten scheint, die ebenso wie bei der Lupine meines Erachtens nicht sowohl, wie zumeist angenommen, als besondere Unverträglichkeit der Pflanze gegen Chloride gedeutet werden kann, sondern vielmehr einfach die Folge vermehrter Lösung von Kalk aus dem Boden, oder etwa gegebener Düngung, durch die Chloride darstellt. Oben ist ja näheres hierüber bereits ausgeführt worden, so dass es hier genügen möge, wenn auf derartige Beobachtungen aus der Praxis hingewiesen wird. MÜNZINGER[3]) z. B. warnt vor der nach seiner Ansicht eigentlich dem Kalibedürfnis der Serradella angemessenen Kainitdüngung von 14 *dz* auf den Hektar, „eine derartig starke Kainitgabe darf man dem Boden jedoch nicht geben, da mit ihr viel zu viel Chlor in den Boden kommt". Ähnlich rät KRÜGER, zur Serradella statt Kainit lieber 40 %iges Kalisalz anzuwenden, da die Pflanzen unter dem Chlorgehalt des Kainits leiden könnten.[4])

Sonst finden wir allenthalben starke Kalidüngung zur Serradella empfohlen. So raten MÜNZINGER, C. KELM, SIEMSSEN[5]) zu sehr starken Kaligaben, ebenso SCHLABACH,[6]) F. BRUNS, MIGGE, KÜHN[7]) und KOENIG,[8])

[1]) Dies dürfte vielfach entscheidend sein, sowohl der Ansprüche der Pflanze, wie der Knöllchenbakterien halber. C. KRAUSE, Deutsche Landw. Presse **36**, 17 (1909), sowie ZEEB, ebendort, lehnen wohl auch aus diesem Grunde den Serradellaanbau auf schwerstem Weizentonboden und auf schwerem Marschboden ab, während SCHMOLDT ebendort auf Impfung zur Förderung des Wachstums auf schweren Böden verweist.

[2]) Illustr. landw. Zeitung, **31**, 73 (1911).

[3]) Ebendort **26**, 839 (1906).

[4]) Illustr. landw. Zeitung, **32**, 679 (1912).

[5]) Ebendort, **26**, 839 (1906); **28**, 802 (1908).

[6]) Ebendort, **36**, 448 (1916).

[7]) Ebendort **28**, 818 (1908); **30**, 240, 288 (1910).

[8]) Deutsche landw. Presse, **40**, 232 (1913).

sowie J. SIMON;[1]) auch B. HEINZE hebt die Dankbarkeit der Serradella für Kaligaben hervor,[2]) ebenso DONN[3]) u. a. C. MAAK weist auf das hohe Kalibedürfnis der Serradella hin, das zusammen mit dem Umstand, dass unsere Pflanze gewöhnlich auf kaliarmen Bodenarten angebaut werde, eine Kalidüngung stets sehr gut bezahlt mache.[4]) Zum Beweise eines hohen Kalibedürfnisses für die Serradella dürften derartige Angaben, denen leicht noch mehr an die Seite zu stellen sind,[5]) ausreichen. Das allein würde ja nun noch nichts zum Beweise der Gültigkeit des Kalk-Kali-Gesetzes auch für die Serradella besagen; indessen wird sich das anders gestalten, wenn der Nachweis gelingt, das die Kalkempfindlichkeit auch dieser Leguminose durch Kalibeigaben herabgedrückt werden kann. Denn dann besteht zum mindesten die Möglichkeit, dass das so stark hervorgehobene Kalibedürfnis unserer Pflanze auch mit der Beseitigung von gewiss oft unerkannten Kalkschädigungen im Zusammenhang steht. Und in der Tat weist H. v. KOENIG darauf hin, dass die nachteilige Wirkung einer schwachen Mergelung für die Serradella durch eine Gabe von Kalisalzen fast vollständig aufgehoben wird. Sie zeige sich in dieser Beziehung der Lupine sehr ähnlich.[6]) In ganz gleicher Weise hebt F. ARNDT hervor, dass die Serradella auf ausgesprochenen Kalk- oder gemergelten Böden ohne Kalizufuhr wohl nicht gedeihen werde. So finden wir in der Tat auch hier, wie zu erwarten war, die von mir in ihren Beziehungen nach Möglichkeit dargelegte Gesetzmässigkeit bestätigt. Ich bin nicht im Zweifel, dass dann, wenn erst die Augen der Landwirte auf die hierbei vorliegenden Zusammenhänge gerichtet sind, weitere Bestätigungen nicht lange auf sich warten lassen werden, obwohl ja, wie ausreichend betont, anderweitige Einflüsse gewiss nicht selten die vorhandenen Wirkungen des Kalk-Kali-Gesetzes überdecken und verschleiern werden.

Für mein Kalk-Kali-Gesetz habe ich aber bisher nicht einmal die ganze Fülle der Möglichkeiten erschöpft. Die Chlorose der *Birnbäume* und anderer *Obstbäume*, die auf ein Übermass an Kalk im Boden zurückgeführt wird, hat möglicherweise ebenfalls mit dem Kalk-Kali-Gesetz zu tun. Ich verweise auf Mitteilungen von J. CROCHETELLE, die sich mit dieser Erkrankung beschäftigen,[7]) und erwähne weiter die Angabe von F. ARNDT,[8]) wonach NEUFFER-Heilbronn die Anwendung des phosphorsauren Kalis auf Kalkboden befürworte, mit welchem er bei sogenannten Spezialkulturen, und Wein-, Obstbäumen und Gemüsen die grössten Erfolge erzielt haben

[1]) Ebendort, 39, 259 (1912).
[2]) Illustr. landw. Zeitung 35, 200 (1915).
[3]) Ebendort.
[4]) Ebendort 36, 264 (1916).
[5]) C. E. v. KOENIG, Serradellabau, 5. Aufl., 132 (1891).
[6]) C. E. v. KOENIG. Serradellabau; H. v. KOENIG, 130 (1891).
[7]) Annales de la Science agronomique française et étrangère (2) 1, 44 (1903).
[8]) F. ARNDT, Gründüngung 39 (1890).

will. Die gleichen Angaben für unter Gelbsucht leidende Obstbäume bringt A. MANGNIEN.[1]) —

Wie weit sich etwa in dem hier gekennzeichneten Gebiet auch noch Erklärungsmöglichkeiten für die sogenannte Dörrfleckenkrankheit des *Hafers* und anderer Pflanzen entdecken lassen möchten, lasse ich dahingestellt. Bekannt ist, dass sie sich auf Böden mit Vorliebe zeigt, denen man viel Kalk und Mergel zugeführt hat.[2]) Ich glaube aber, dass diese Beziehungen vor der Hand noch nicht irgendwie als gewichtiger zu bewerten sind. Immerhin mag es von Nutzen sein, so manche der hier besprochenen Tatsachen und Erscheinungen auch für diese Frage wohl zu beachten. Ohne auf eine Diskussion des nach wesentlich anderer Richtung orientierten Materials der HILTNERschen Wasserkulturversuche neuester Veröffentlichung einzugehen, weise ich auf die Feststellung hin, dass bei seinen, wie CLAUSENS Versuchen „die ‚negative' Wirkung der Phosphorsäure durch eine Beidüngung von Kainit oder Kalisalz allem Anschein nach wieder geschwächt wird“, mit anderen Worten: das Kali recht günstig wirkt.[3]) Ich mache darauf aufmerksam, dass HILTNERS sogenannte „neue Münchener Nährlösung“ [4]) Trikalziumphosphat enthält, offenbar in dem käuflichen, gefällten Zustande, in dem dies Salz ohnehin leichter löslich ist. Ausserdem müssen die noch beigegebenen 5 Salze mit anderen Ionen, Chlorkalium, Magnesiumsulfat, Eisenphosphat, Kalisalpeter und Eisenchlorid, fördernd auf die Löslichkeit des Trikalziumphosphats wirken. — Wenn weiterhin dieser Nährlösung der verhältnismässig recht leichtlösliche Gips zugesetzt wurde,[5]) und nun bei Hafer die Dörrfleckenkrankheit auftrat, während ein Zusatz von Rohphosphat dieselbe besserte bezw. beseitigte, so ist daran zu denken, dass sowohl die Löslichkeit des Trikalziumphosphats durch das ziemlich sicher im Rohphosphat vorhandene Kalziumkarbonat stark verringert sein muss, wie fernerhin auch hierdurch die Löslichkeit des Gipses herabgesetzt wurde. Den Pflanzen ist somit als Folge der Einführung des Rohphosphats vermutlich weniger Kalk aufnehmbar gewesen. Wenn nun weiter die ohne Kali ernährten Pflanzen bei Verabfolgung von Rohphosphat mit den ihnen verfügbaren, geringen Kalimengen erst später Kalimangel beobachten liessen als ohne Rohphosphat,[6])

---

[1]) Progrés agricult. viticult., 681 (1900); vgl. aber auch Zentralblatt für Bakteriologie, Teil 2, **46**, 134 (1916).

[2]) J. HUDIG, Landwirtsch. Jahrbücher **40**, 613, (1911); wichtig auch die Hinweise von B. TACKE, Mitteilg. Deutsch. Landw.-Gesellsch., 26, (1911), in denen die starke Kalkgabe als Ursache hervorgehoben wird, und ebenso die Ausdehnung der Erkrankung auf andere Feldfrüchte als Hafer. Weiter J. LIND, S. ROSTRUP und F. KÖLPIN, Tidskr. Landbrucks Plantlavl **20**, 249, (1913) zit. nach Zentralblatt für Bakter. (2) **44**, 385, (1915); E. RIEHM, ebenda. **34**, 434, (1912), **39**, 81, (1913) und **44**, 385, (1915); SCHIKORRA, ebenda, **45**, 578, (1916).

[3]) Landw. Jahrbuch für Bayern **5**, 838 (1915).

[4]) Ebendort, 770.

[5]) Ebendort, 800.

[6]) Landw. Jahrbuch für Bayern **5**, 804 (1915).

so kann das wohl auch mit HILTNER auf eine Kaliwirkung des Rohphosphats geschoben werden, mag aber in nicht näher zu bestimmendem Umfange auch auf dem von mir in dieser Arbeit beschrittenen Wege zu beleuchten sein.

Endlich ist noch die Chlorose der *Reben* zu nennen. Diese für den Winzer sehr wichtige Frage hat bereits eine ganz ausnehmend reiche Literatur geliefert und ist heute noch durchaus nicht als irgendwie gelöst zu bezeichnen. Vermutlich liegt die Sache bei ihr ähnlich wie bei der Kalkempfindlichkeit der Lupine, dass nämlich verschiedene Umstände mitwirken, um es zu einer Schädigung der Pflanzen gelangen zu lassen. Zum nicht unerheblichen Teil mögen dies die gleichen sein, denen wir bereits bei Lupinen und Serradella begegnet sind. So wird erwähnt, dass grosse Trockenheit des Bodens die Schädigung der Reben verursacht,[1]) indem es zu vermehrter Aufnahme von kohlensaurem Kalk aus dem Boden kommt, wenn auch die dazu gegebene Erklärung an der Hand der oben dargelegten Zusammenhänge in der einen oder anderen Richtung noch zu berichtigen sein könnte. Die auf Kalkböden sich zeigende Chlorose ist bei den Reben bekannt und jedenfalls ein recht wesentliches Gebiet der vorliegenden Erkrankungsart.[2]) Dass in ihrem Falle „die Kalisalze für die Abhilfe in erster Linie stehen" müssen, wie E. MOLZ sagt,[3]) mag hier besonders hervorgehoben sein. Um ein weiteres Beispiel zu geben, seien Analysen von E. SCHULZE angeführt, nach denen auf 100 Teile die Reinaschen

	Gesunder		Kranker		Gesunder		Kranker	
	Blätter				Reben			
Kali	13,02		5,29		32,20		16,42	
Natron	1,07		0,41		0,49		0,28	
Kalk	55,19	66,52	60,90	74,08	41,77	52,65	52,50	65,93
Magnesia	11,33		13,18		10,88		13,43	
Eisenoxyd	1,26		1,58		0,53		1,24	
Manganoxydoxydul	0,86		0,70		0,49		0,38	
Schwefelsäure	4,92		4,38		4,18		4,46	
Phosphorsäure	3,63		3,89		6,32		5,85	
Chlor	1,57		1,71		2,14		1,72	
Kieselsäure	7,51		8,35		1,48		4,11	

enthielten.[4]) Auch v. MACH und KÜRMANN bestätigen das geringe Vorkommen von Kali[5]) in gelbsüchtigen Rebenblättern,[6]) und bei der Heilung

[1]) E. MOLZ, Zentralblatt für Bakteriologie, Teil 2, 20, 144 (1908).

[2]) Ebendort, 475.

[3]) Ebendort, 141. J.-A. Cl. ROUX bezeichnet den Weinstock als durch Kultur wie Aschenanalyse nachgewiesenermassen kalibededürftig; Rapports des plantes avec le sol, 106, (Montpellier 1900); er nennt noch u. a. die Wermutpflanze, Kohlrübe, Eiche und Ahorn von den hier noch nicht erwähnten kalibedürftigen Pflanzen.

[4]) Annalen der Önologie, 14 (1873).

[5]) Fälle, in denen Chlorose als Folge der Veredelung auf amerikanische Reben in Betracht kommt, sind besonders zu beurteilen, da die Veredelungsstelle als Hindernis in der Stoffleitung wirken kann; vgl. MOLZ, a. a. O. 149.

[6]) BIEDERMANNS Zentralblatt 58 (1877).

erkrankter Weinstöcke nach dem Verfahren von RASSIGUIER fand man ein Steigen des Schwefelsäure- und des Kaligehalts.[1]) M. BARTH hat denn auch für mancherlei Verfahren der Heilung solcher Erkrankungen der Bodenaufschliessung — und damit vermutlich dem Löslichmachen von Kali aus dem Boden — erhebliche Bedeutung zugeschrieben.[2]) Auch andere Feststellungen liessen sich in der hier in Frage kommenden Richtung verwerten. Schon eine alte Rebenanalyse von Kalkboden wies weniger Kali und mehr Kalk auf als eine andere von Quarzschotter.[3]) Weiter ist eine Phosphorsäuredüngung der Reben, die zumeist mit Superphosphat durchgeführt wurde und somit erhebliche Mengen löslicher Kalksalze in den Boden brachte, fast stets von recht geringem Erfolge gewesen, wenn nicht direkt nachteilig. Dagegen wurde der Kalidüngung starke Bedeutung zugesprochen.[4]) Auch die zum Teil hervortretende günstige Wirkung des phosphorsauren Kalis gegenüber dem leichtlöslichen phosphorsauren Kalk, die sich besonders in einem trockenen Jahre zeigte, ist zu erwähnen.[5]) Indessen ist es nicht meine Absicht, mich auf dem Gebiet der Obstbaum- und Rebenkultur allzuweit hervorzuwagen; ich wollte nur andeuten, dass auch hier Beziehungen bestehen, die eine Gültigkeit des Kalk-Kali-Gesetzes vermuten lassen, und deren Beachtung vermutlich das Problem der Chlorose nicht wenig zu fördern vermöchte. Dass natürlich auch auf diesem Wege nicht alle Schwierigkeiten ihre Klärung finden können, erscheint mir selbstverständlich.

L. HILTNER und G. GENTER[6]) traten neuerdings wie F. RECKENDORFER[7]) für die Anwendung von Eisenpräparaten gegen die Chlorose der Reben ein, so dass, wie schon erwähnt, die Verhältnisse hier denen bei der Kalkempfindlichkeit der Lupine ähneln mögen.

Das Kalk-Kali-Gesetz wird aber auch mancherlei Vorteil schaffen können. Vielfach ist bisher gerade die Seite der Kaliversorgung chlorosekranker Reben etwas stiefmütterlich behandelt worden. So konnte gerade die Feststellung solcher Kaliwirkungen von M. HOLLRUNG in seiner letzten grösseren Arbeit noch nicht zu Ende geführt werden.[8])

Damit stehe ich am Schlusse meiner Ausführungen. Ich habe die Ergebnisse und einige dazugehörige Darlegungen meiner Beweisführung vorangestellt, so dass sich hier eine Wiederholung erübrigt. Aber wenn auch nicht selten noch die Darlegungen lückenhaft, die Nachweisungen ohne völlig zwingende Überzeugungskraft erscheinen mögen, so meine ich doch, dass unter den gegenwärtig für mich vorliegenden Verhältnissen nicht gut mehr zu verlangen war.

[1]) MOLZ, a. a. O. 471.
[2]) Weinbau und Weinhandel, 453 und 461 (1895).
[3]) F. HRUSCHAUER, Annalen der Chemie 53, 331 (1845).
[4]) Arbeiten der D. L.-G. 70, 49 (1902); ebendort, 37/38.
[5]) So A. v. BUHL, ebendort. 50/51.
[6]) Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 68 (1914).
[7]) Mitteilungen für Weinbau und Kellerwirtschaft, 283 (1913).
[8]) Landw. Jahrbücher, 37, 566 (1908).

Glaube ich doch auch nicht, sowohl eigentlich Neues in grösserem Umfange zu bringen, als vielmehr durch einheitliche Zusammenfassung und Klärung der Zusammenhänge zu nützen. Soweit es die Verhältnisse gestatten, werde ich mich bemühen, die Arbeit nach Kräften weiterzuführen und neues experimentelles Material zu liefern.

Hoffentlich wird dies auch von anderer Seite aus geschehen, so dass durch vereinte Bemühungen diese eine Seite der ebenso wichtigen wie bislang zumeist unbekannten Kalkwirkungen für uns etwas besser geklärt wird. Ich möchte hier noch einmal betonen, dass mir nichts mehr fernliegt, als nun etwa alle ungünstigen Kalkwirkungen,[1]) die hier oder dort beobachtet werden, vom Standpunkt meines Kalk-Kali-Gesetzes aus zu erklären. Bereits meine ausführlichen Darlegungen über die physikalische Seite der Kalkwirkung beim Ackerbau werden mich vor diesem Verdachte behüten. Aber weil ich eben glaube, dass nicht selten günstige und ungünstige, wichtigere und wenig wichtige Wirkungen ineinandergreifen, um uns dann in der Praxis häufig schwer enträtselbare Ergebnisse vor Augen zu führen, glaube ich mit dieser Darlegung der Kalkwirkung von einem besonderen Gesichtspunkte aus meinen Fachgenossen Nutzen zu bringen. Ich hoffe, so auch unserer landwirtschaftlichen Praxis einen Weg zu zeigen, dessen Gangbarkeit bei Versuchen zur Verhütung von Kalkschädigungen jedenfalls auch stets erwogen und im Zweifelsfalle durch praktische Ausführung entschieden werden sollte.

Göttingen, den 2. April 1919.

Agrikulturchemisches Institut der Universität Göttingen.

Anhang.

I. Die Elektrokaliversuche der Jahre 1914 und 1915.[2])

Zunächst sei der Versuchsplan gegeben, dem sich dann die nötigen Angaben über Wachstum und Ernten anschliessen mögen.

(Siehe die Zusammenstellung 1, Seite 136.)

Da das Elektrokali I nach unseren Untersuchungen 11,27 % salzsäurelösliches Kali aufwies, so entsprechen 10 *g* davon 1,127 *g* Kali. Elektrokali II enthielt ungefähr die gleiche Menge salzsäurelösliches Kali, nach meiner Erinnerung nur um geringes weniger. Genaue Angaben sind aus dem oben angegebenen Grunde[3]) nicht zu machen. Es wird also die Menge von 20 *g* Elektrokali II etwa 2 *g* salzsäurelöslichem Kali ent-

[1]) Vgl. z. B. die Arbeiten der Moorversuchsstation Bremen; Landw. Jahrbücher, **44**, 331 (1913); Zentralblatt für Bakteriologie, Teil 2, **40**, 83 (1914). Weiter für ein anderes Gebiet, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, **47**, 289 (1910); Th. Pfeiffer, Mitteilungen der landw. Institute Breslau **6**, 276 (1911) u. a.

[2]) Vergleiche Journal für Landwirtschaft, **66**, 209, (1918).

[3]) a. a. O. 214.

Zusammenstellung 1.

Reihe	Boden	Kalkgabe	Kalidüngung 1914	Kalidüngung 1915	Grunddüngung 1914 I. u. II. Ernte	Grunddüngung 1914 III. u. IV. Ernte	Grunddüngung 1915 I. u. II. Ernte
1	Sand	15 g gebr. Kalk	keine	keine	20 g Tropon, 5 g Gips, 2 g Chlormagnesium, 1/2 g Monocalciumphosphat, 2 1/2 g sek. Ammoniumphosphat, 1 1/2 g Ammoniumnitrat	3 g Ammoniumnitrat, 3 g sek. Ammoniumphosphat, 3 g Monocalciumphosphat	10 g Tropon, 3 g Ammoniumnitrat, 1 g sekundäres Ammoniumphosphat, 3 g Monocalciumphosphat, 2 g Magnesiumkarbonat
2	„	„	10 g Elektrokali I	„			
3	„	„	20 g Elektrokali II	„			
4	„	„	1 g K_2O als Kalisulfat	1 g K_2O als Kalisulfat			
5	„	„	1 g K_2O als 30 % Kalisalz	1 g K_2O als 30 % Kalisalz			
6	Sand	keine	keine	keine	desgl.	desgl.	desgl.
7	„	„	10 g Elektrokali	„	„	„	„
8	„	„	20 g Elektrokali	„	„	„	„
9	„	„	1 g K_2O als Kalisulfat	1 g K_2O als Kalisulfat	„	„	„
10	„	„	1 g K_2O als 30 % Kalisalz	1 g K_2O als 30 % Kalisalz	„	„	„
11	Lehm	15 g gebr. Kalk	keine	keine	desgl.	desgl.	desgl.
12	„	„	10 g Elektrokali	„	„	„	„
13	„	„	20 g Elektrokali	„	„	„	„
14	„	„	1 g K_2O als Kalisulfat	1 g K_2O als Kalisulfat	„	„	„
15	„	„	1 g K_2O als 30 % Kalisalz	1 g K_2O als 30 % Kalisalz	„	„	„
16	Lehm	keine	keine	keine	desgl.	desgl.	desgl.
17	„	„	10 g Elektrokali	„	„	„	„
18	„	„	20 g Elektrokali	„	„	„	„
19	„	„	1 g K_2O als Kalisulfat	1 g K_2O als Kalisulfat	„	„	„
20	„	„	1 g K_2O als 30 % Kalisalz	1 g K_2O als 30 % Kalisalz	„	„	„

sprechen. Das als Grunddüngung benutzte Tropon wies rund 15 % Stickstoff auf.

Als Versuchspflanze sollte zunächst Sommerweizen dienen, doch ist dieser im Göttinger Vegetationshaus ebensowenig wie Gerste bis zur Reife zu verwenden, da bei der höchst ungeeigneten, von Gebäuden, und dann noch von nicht zu beseitigenden grossen Sträuchern eingeengten Lage des Hauses mit Sicherheit früher oder später starker Befall mit Meltau auftritt, der in kurzer Zeit den Versuch unbrauchbar macht. Daher war von vornherein in Aussicht genommen, den Sommerweizen alsbald nach dem ersten Auftreten von Meltau zu beernten, und dann so viel Ernten an Buchweizen zu nehmen, als möglich schien. Der Buchweizen sollte bei der Blüte zur Ernte kommen, um Verlust an Blättern zu verhindern. Es ist denn auch in jedem Jahr eine Sommerweizenernte entnommen, und darauf im ersten Versuchsjahr 1914 noch drei, im zweiten noch eine Buchweizenernte.

Die für den Versuch dienenden Gefässe, aus Zink, innen und an den Lüftungseinsätzen doppelt frisch lackiert, fassten bei einer Tara von 2 *kg* 13 *kg* Buntsandsteinsand beziehungsweise $11^1/_2$ *kg* Göttinger Untergrundlehm. Sie wurden ständig durch Auswiegen auf 70 % ihrer wasserfassenden Kraft feucht erhalten.

Von den benutzten Kalisalzen enthielt das Kaliumsulfat 46,61 % K_2O und 2,78 % Na_2O, das 30 %ige Kalidüngesalz 33,71 % K_2O und 15,52 % Na_2O.

Von den Wachstumsbeobachtungen ist zu bemerken, dass besonders der 1914 gesäete Sommerweizen auf dem mit Kalk versehenen Sandboden durch Gelbspitzigkeit und schwache Entwicklung eine Benachteiligung aufwies, soweit nicht das Kali in Form der Kalisalze verabfolgt worden war. Auch die Gefässe ohne Kalkgabe zeigten eine, wenn auch wesentlich weniger auffallende, schwache Entwicklung des Sommerweizens, soweit sie nicht mit Kali gedüngt waren, ohne freilich gelbe Spitzen aufzuweisen. Beim Untergrundlehm traten in den mit Kalk versehenen Reihen wieder die gelben Spitzen auf, wo Kalisalz nicht verabreicht war, während der ohne Kalk verbliebene Untergrundlehm auf allen Gefässen ein freudiges Wachstum aufweisen konnte. Alle mit Kaliumsulfat oder 30 % Kalidüngesalz versehenen Gefässe zeigten immer recht freudiges Wachstum und Ausbleiben der Schädigung der Pflanzen, die sich durch Auftreten der Gelbspitzigkeit der Blätter und schwächeres Wachstum kennzeichnete. Auch im zweiten Jahre zeigten die mit Kalk gedüngten, und ohne Kali verbliebenen, oder nur mit Elektrokali versehenen Sommerweizen-Reihen schwächliches Wachstum, das aber mit der Zeit sich besser gestaltete.

1914 erfolgte am 20. März die Aussaat des Sommerweizens, die Ernte am 28. Mai. Aussaat des Buchweizens am 30. Mai, Ernte am 15. Juli, neue Aussaat am 18. Juli, Ernte am 1./2. September, letzte Aussaat am 4. September, Ernte am 8. November. Im Jahr 1915 wurde der Sommerweizen auf dem Sand am 31. März, auf dem Lehm am 1. April ausgesäet,

am 12. Juli geerntet, der Buchweizen am 15. Juli gesäet und am 3. und 4. September geerntet.

1914 blieben beim Sommerweizen von 50 Pflanzen 25 auf den Gefässen stehen, 1915 von 32 Pflanzen 16 Stück. Buchweizen wurden stets 32 Pflanzen angezogen, und dann auf 16 vereinzelt. Besondere Beobachtungen wurden sonst nicht gemacht, nur gingen im Laufe der Versuchsdurchführung 2 Gefässe durch Umstürzen verloren, eins 1914, eins 1915. Weiterhin ist durch ein Versehen eines aushilfsweise beschäftigten Angestellten die Erntemenge eines Gefässes einmal verloren gegangen.

Die Kalibestimmungen wurden nach dem Perchloratverfahren ausgeführt, und zwar überall, wo es die erzielte Erntemenge erlaubte, mit Parallelbestimmung.

Nach Beerntung, die stets durch Abschneiden unmittebar über dem Erdboden ausgführt wurde, die Wurzeln also nicht mit umfasste, wurden die Gefässe nahezu völlig durchgearbeitet, und im Fall eine neue Grunddüngung verabreicht wurde, der Erdboden grösstenteils herausgenommen, und mit der neuen Grunddüngung vermischt. Stets wurde gute Krümelung beider Bodenarten festgestellt. — Der zum Teil als Beidüngung verabfolgte gebrannte Kalk enthielt, wie bereits früher[1]) erwähnt, 0,01 % K_2O, 70,6 % CaO, 1,1 % MgO, und somit in 15 *g* 10,59 *g* CaO. Er hatte durch langes Lagern in einem trockenen, früher offenen Gefäss erheblich Kohlensäure aufgenommen.

Man vergleiche nun die folgenden Angaben über die Erntemengen an Trockenmasse und an Kali, sowie für das erste Jahr an Natron. Im Verlauf der weiteren Untersuchungen hatte der Arbeitsersparnis halber die Natronbestimmung unterlassen werden müssen.

(Siehe die Zusammenstellungen 2—5, Seite 139—150.)

II. Die Endlaugenkalkversuche des Jahres 1913.[1])

Es kam der folgende Versuchsplan in ungefähr 10 *kg* Lehm bezw. 12 *kg* Sand fassenden doppelt lackierten Zinkblechgefässen zur Ausführung.

(Siehe die Zusammenstellung 6, Seite 151.)

Die erste Aussaat fand am 7. und 8. Juli statt, Ernte am 23. und 24. August. Neubepflanzung 2 Tage später unter Zugabe von je 3 *g* Tropon für jedes Gefäss, ohne weitere Düngung. Die Gefässe wurden hierbei bis über die Hälfte des Bodens aufgelockert. Zweite Ernte am 4. November. Die Ernte fand beide Male in der Blüte statt.

Die in Form von Chlorkalium und Kalisulfat gegebene Kalidüngung enthielt je 1 *g* Kali in der Form des einen bezw. des anderen Salzes. Bei den kleineren Kaligaben entsprechende Mengen. Die Tropondüngung enthielt in Tropon 1: 0,07 % Kali und 15,2 % Stickstoff, in Tropon 2: 0,04 % Kali und 14,9 % Stickstoff, in Tropon 3: 0,02 % Kali und 14,8 % Stickstoff.

(Siehe die Zusammenstellungen 7 u. 8, Seite 152—159.)

[1]) Vergl. P. EHRENBERG und O. NOLTE, Journal für Landwirtschaft, 62, 236 (1914).

Boden: Buntsandsteinsand.

Zusammenstellung 2.

Nummer	Kalkgabe 1914	Kaligabe 1914	Ernten des Jahres 1914. I. Ernte: Sommerweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g	II. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g
532	je 15 g gebr. Kalk	keine	9.2	95.8	8.8	1.54	0.142	0.64	0.059	7.3	92.5	6.8	1.95	0.142	0.11	0.008
533			12.6	94.8	12.0	1.56	0.197	0.55	0.069	9.1	92.8	8.5	1.94	0.177	0.17	0.016
542			9.8	95.2	9.3	1.48	0.145	0.20	0.020	17.9	95.0	17.0	1.42	0.254	0.16	0.029
		Mittel:	10.5		10.0	1.53	0.161		0.049	11.4		10.8	1.77	0.191		0.018
543	je 15 g gebr. Kalk	je 10 g Elektrokali	12.2	94.5	11.5	1.62	0.198	0.57	0.070	11.0	93.6	10.3	1.80	0.198	0.17	0.019
568			11.9	88.5	10.5	1.61	0.192	0.52	0.062	5.9	87.0	5.1	2.05	0.121	0.10	0.006
569			10.5	96.9	10.2	1.79	0.188	0.72	0.076	6.7	91.7	6.1	1.95	0.130	0.21	0.014
		Mittel:	11.5		10.7	1.67	0.193		0.069	7.9		7.2	1.93	0.150		0.013
574	je 15 g gebr. Kalk	je 20 g Elektrokali	12.1	92.8	11.2	1.71	0.207	0.65	0.079	10.2	92.7	9.5	1.88	0.192	0.15	0.015
579			11.8	95.5	11.3	1.59	0.188	0.70	0.083	9.9	87.8	8.7	1.84	0.182	0.15	0.015
580			12.3	95.3	11.7	1.68	0.207	0.65	0.080	8.9	91.6	8.2	1.93	0.172	0.18	0.016
		Mittel:	12.1		11.4	1.66	0.201		0.081	9.7		8.8	1.88	0.182		0.015
582	je 15 g gebr. Kalk	je 1 g K_2O als Kalisulfat	25.7	89.5	23.0	3.24	0.833	0.71	0.183	3.5	89.5	3.1	3.49	0.122	0.54	0.019
584			25.0	92.6	23.2	3.12	0.780	0.43	0.108	1.1	89.7	1.0	3.51	0.039	0.39	0.004
589			22.0	95.6	21.0	3.31	0.728	0.73	0.161	8.7	93.5	8.1	2.33	0.203	0.52	0.045
		Mittel:	24.2		22.4	3.22	0.780		0.151	4.4		4.1	3.11	0.121		0.023
590	je 15 g gebr. Kalk	je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	20.0	95.9	19.2	3.43	0.686	0.63	0.126	4.2	87.3	3.7	2.43	0.102	0.41	0.017
592			18.8	95.7	18.0	3.41	0.641	0.54	0.102	3.5	91.3	3.2	3.10	0.109	0.17	0.006
595			20.5	94.7	19.4	3.45	0.707	0.51	0.105	8.7	93.1	8.1	1.97	0.171	0.25	0.022
		Mittel:	19.8		18.9	3.43	0.678		0.111	5.5		5.0	2.50	0.127		0.015

Noch Zusammenstellung 2.

Nummer	Kalkgabe 1914	Kaligabe 1914	Ernten des Jahres 1914. III. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g	IV. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g	1914 zusammen Trockenmasse g	Kali g	Natron g
532	je 15 g gebr. Kalk	keine	1.8		1.6		0.024		0.008	3.1		2.8		0.027		0.006	20.0	0.335	0.081
533			7.8	91.1	7.1	1.35	0.105	0.45	0.035	0	89.2	0	0.86	0	0.18	0	27.6	0.479	0.120
542			3.0		2.7		0.041		0 014	0.1		0.1		0.001		0.000	29.1	0.441	0.063
		Mittel:	4.2		3.8		0.057		0.019	1.1		1.0		0.009		0.002	25.6	0.418	0.088
543	je 15 g gebr. Kalk	je 10 g Elektrokali	4.6		4.2		0.053		0.017	0.7		0.7		0.006		0.001	26.7	0.455	0.107
568			0.9	90.7	0.8	1.15	0.010	0.37	0.003	0	92.6	0	0.92	0	0.12	0	16.4	0.323	0.071
569			2 2		2.0		0.025		0.008	0 2		0.2		0.002		0 000	18.5	0.345	0 098
		Mittel:	2.6		2.3		0.029		0.009	0.3		0.3		0.003		0.000	20.5	0 374	0.092
574	je 15 g gebr. Kalk	je 20 g Elektrokali	4.2	91.1	3.8	1.19	0.050	0.15	0 006	0.3	92.5	0.3	1.20	0.004	0.10	0.000	24.8	0.453	0.100
579			4.0	91.6	3.7	0.90	0.036	0.12	0.005	0		0		0		0	23 7	0.406	0.103
580			7.3	92.2	6.7	0 81	0.059	0 21	0.015	0		0		0		0	26.6	0.438	0.111
		Mittel:	5.2		4.7		0.048		0.009	0.1		0.1		0.001		0	25.0	0.432	0.105
582	je 15 g gebr. Kalk	je 1 g K_2O als Kalisulfat	6.9	92.3	6 4	0.59	0.041	0.45	0.031	0		0		0		0	32.5	0.996	0.233
584			5.1	90.9	4.6	0.58	0.030	0.15	0.008	0.1	95.2	0.1	0 54	0.001	0.15	0.000	28.9	0.850	0.120
589			11.8	93 0	11.0	1.71	0.202	0.47	0 056	0		0		0		0	40.1	1.133	0.262
		Mittel:	7.9		7.3		0.091		0.032	0		0		0		0	33.8	0.992	0.205
590	je 15 g gebr. Kalk	je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	10.5	91.6	9 6	1.40	0.147	0.23	0.024	0.3	95.3	0.3	1.36	0 004	0.12	0.000	32.8	0.939	0.167
592			3.9	91.5	3.6	1.11	0.043	0.19	0.007	0.1		0.1		0 001		0.000	24.9	0.794	0.113
595			9 3	92.1	8.6	1 43	0.133	0 24	0.022	0		0		0		0	36.1	1.011	0.149
		Mittel:	7.9		7.3		0.108		0.018	0.1		0.1		0.002		0	31.3	0.915	0.144

Noch Zusammenstellung 2.

Nummer	Kalkgabe 1915	Kaligabe 1915	Ernten des Jahres 1915. I. Ernte: Sommerweizen: lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	II. Ernte: Buchweizen: lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	1914 und 1915 zusammen: Trockenmasse g	Kali g
532			16.6	88.6	14.7	1.03	0.170	0.2					ca. 34.7	ca. 0.505
533	1914 je 15 g gebr. Kalk	keine	5.1	88.3	4.5	1.03	0.053	0	?	?	?	?	32.1	0.532
542			20.7	88.4	18.3	0.80	0.165	0.3					ca. 47.4	ca. 0.606
		Mittel:	14.1		12.5	0.95	0.129	0.2		?		?	ca. 38.1	ca. 0.548
543			13.2	89.1	11.8	0.92	0.121	0.1	90.5	0.1	1.23	0.001	38.6	0.577
568	1914 je 15 g gebr. Kalk	1914 je 10 g Elektrokali	11.7	87.9	10.3	0.87	0.102	0.4	83.5	0.3	0.60	0.002	27.0	0.427
569			13.5	86.2	11.6	0.88	0.119	0		0		0	30.1	0.464
		Mittel:	12.8		11.2	0.89	0.114	0.2		0.1		0.001	31.9	0.489
574			15.5	88.4	13.7	0.67	0.104	0		0		0	38.5	0.557
579	1914 je 15 g gebr. Kalk	1914 je 20 g Elektrokali	15.5	89.5	13.9	1.05	0.162	0.5	90.5	0.5	1.23	0.006	38.1	0.574
580			7.7	89.0	6.9	1.00	0.077	0		0		0	33.5	0.515
		Mittel:	12.9		11.5	0.91	0.114	0.2		0.2		0.002	36.7	0.549
582			29.9	89.1	26.6	1.85	0.552	1.0		0.9		0.016	60.0	1.564
584	1914 je 15 g gebr. Kalk	1914 u. 1915 je 1 g K_2O als Kalisulfat	20.5	86.5	17.7	1.26	0.259	1.6	90.1	1.4	1.65	0.026	48.0	1.135
589			25.5	81.7	20.8	1.90	0.485	1.9		1.7		0.031	62.6	1.649
		Mittel:	25.3		21.7	1.67	0.432	1.5		1.3		0.024	56.9	1.449
590			24.5	86.5	21.2	2.00	0.490	0		0		0	54.0	1.429
592	1914 je 15 g gebr. Kalk	1914 u. 1915 je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	31.2	89.6	28.0	1.75	0.547	1.9	88.1	1.7	1.50	0.029	54.6	1.370
595			35.0	84.2	29.5	1.55	0.542	1.4		1.2		0.020	66.8	1.573
		Mittel:	30.2		26.2	1.77	0.526	1.1		1.0		0.016	58.5	1.457

Boden: Buntsandsteinsand.

Zusammenstellung 3.

Nummer	Kalkgabe 1914	Kaligabe 1914	Ernten des Jahres 1914. I. Ernte: Sommerweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g	II. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g
598	keine	keine	10.3	90.3	9.3	2.34	0.241	0.55	0.057	10.8	93.3	10.1	1.09	0.118	0.16	0.017
599			14.3	94.3	13.5	1.90	0.272	0.68	0.097	6.9	90.8	6.3	1.12	0.077	0.12	0.008
618			14.2	93.9	13.3	1.99	0.283	0.43	0.061	9.0	90.8	8.2	1.10	0.099	0.21	0.019
		Mittel:	12.9		12.0	2.08	0.265		0.072	8.9		8.2	1.10	0.098		0.015
629	keine	je 10 g Elektrokali	15.4	90.9	14.0	2.25	0.347	0.20	0.031	10.4	92.7	9.6	1.08	0.112	0.21	0.022
632			14.8	95.1	14.1	2.25	0.333	0.25	0.037	10.7	92.1	9.9	1.12	0.120	0.22	0.024
634			15.2	94.9	14.4	2.13	0.324	0.20	0.030	10.5	87.7	9.2	1.27	0.133	0.30	0.032
		Mittel:	15.1		14.2	2.21	0.335		0.033	10.5		9.6	1.16	0.122		0.026
635	keine	je 20 g Elektrokali	12.0	95.1	11.4	2.40	0.288	0.38	0.046	11.9	87.5	10.4	1.28	0.152	0.40	0.048
636			15.4	94.5	14.6	2.08	0.320	0.30	0.046	11.4	93.4	10.7	1.41	0.161	0.58	0.066
649			15.5	93.7	14.5	[3.96	0.614]	0.24	0.037	11.3	93.0	10.5	1.48	0.167	0.43	0.049
		Mittel:	14.3		13.5	2.24	0.304		0.043	11.5		10.5	1.39	0.160		0.054
651	keine	je 1 g K_2O als Kalisulfat	23.5	96.3	22.6	3.83	0.900	0.34	0.080	19.6	93.2	18.3	1.67	0.327	0.50	0.098
652			23.9	90.8	21.7	3.98	0.951	0.22	0.053	16.5	92.9	15.3	1.71	0.282	0.31	0.051
673			24.9	92.7	23.1	3.93	0.979	0.15	0.037	14.7	91.5	13.5	1.88	0.276	0.55	0.081
		Mittel:	24.1		22.5	3.91	0.943		0.057	16.9		15.7	1.75	0.295		0.077
674	keine	je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	22.1	94.2	20.8	3.76	0.831	0.05	0.011	15.0	86.5	13.0	1.80	0.270	0.20	0.030
675			23.1	95.8	22.1	3.73	0.862	0.15	0.035	13.3	93.2	12.4	1.70	0.226	0.16	0.021
678			25.8	96.1	24.8	3.65	0.942	0.13	0.034	16.1	92.7	14.9	1.33	0.214	0.14	0.023
		Mittel:	23.7		22.6	3.71	0.878		0.027	14.8		13.4	1.61	0.237		0.025

Noch Zusammenstellung 3.

Nummer	Kalkgabe	Kaligabe	Ernten des Jahres 1914. III. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse							IV. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse							1914 zusammen Trockenmasse		
	1914	1914	lufttr. Masse	Trockenmasse		Kali		Natron		lufttr. Masse	Trockenmasse		Kali		Natron		Trockenmasse	Kali	Natron
			g	%	g	%	g	%	g	g	%	g	%	g	%	g	g	g	g
598	keine	keine	2.3		2 1		0.013		0 006	0		0		0		0	21.5	0 372	0.080
599			1.8	90.7	1.6	0.58	0.010	0.28	0.005	0		0		0		0	21.4	0.359	0.110
618			2.9		2 6		0.017		0.008	0		0		0		0	24.1	0.399	0.088
		Mittel:	2.3		2.1		0.013		0.006	0		0		0		0	22.3	0.377	0.093
629	keine	je 10 g Elektrokali	2.8		2.5		0.015		0.004	0		0		0		0	26.1	0.474	0.057
632			2 4	90.8	2.2	0.54	0.013	0.13	0.003	0.1		0		0		0	26.2	0 466	0 064
634			3.3		3.0		0.018		0 004	0.1		0		0		0	26.6	0.475	0.066
		Mittel:	2.8		2.6		0.015		0.004	0.1		0		0		0	26.3	0.472	0.062
635	keine	je 20 g Elektrokali	4.7		4.3		0.031		0 020	0		0		0		0	26.1	0.471	0.114
636			4 1	90.8	3.7	0.66	0 027	0.42	0 017	0.4	93.9	0 4	1.18	0.005	0.13	0.001	29 4	0.513	0.130
649			2.1		1 9		0.014		0 009	0		0		0		0	26 9	(0.785)	0.095
		Mittel:	3.6		3.3		0.024		0.015	0.1		0.1		0.002		0 000	27.5	0.490	0.113
651	keine	je 1 g K_2O als Kalisulfat	9.0	91.6	8 2	1.41	0.127	0.37	0.033	0.9		0.8		0.007		0 004	49.9	1.361	0 215
652			4.9	92.2	4.5	1.05	0.052	0.11	0 005	2.0	90.7	1.8	0.82	0.016	0.46	0.009	43 3	1.301	0.118
673			2.9		2.7		0.031		0.003	0 3		0 3		0.003		0.001	39 6	1.289	0.122
		Mittel:	5.6		5.1		0 070		0.014	1.1		1.0		0.009		0.005	44.3	1.317	0.152
674	keine	je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	5.2	91.1	4.7	1.14	0.059	0.21	0 011	0 3		0 3		0.003		0.001	38.8	1.163	0.053
675			4.7		4.3		0.054		0.010	0 3	90.5	0.3	0.86	0.003	0.40	0.001	39.1	1.145	0.067
678			6.8	91.3	6 2	1.25	0 085	0.13	0.009	0.7		0.6		0.006		0 003	46.5	1.247	0 069
		Mittel:	5.6		5.1		0.066		0.010	0.4		0.4		0.004		0.002	41.5	1.185	0.063

Noch Zusammenstellung 3.

Nummer	Kalkgabe	Kaligabe	Ernten des Jahres 1915. I. Ernte: Sommerweizen: lufttr. Masse	Trockenmasse		Kali		II. Ernte: Buchweizen: lufttr. Masse	Trockenmasse		Kali		1914 und 1915 zusammen: Trockenmasse	Kali
	1915	1915	g	%	g	%	g	g	%	g	%	g	g	g
598	keine	keine	5.5	86.1	4.7	0.98	0.054	0		0		0	26.2	0.426
599			4.7	87.0	4.1	0.57	0.027	0		0		0	25.5	0.386
618			4.6	83 9	3.9	0.57	0 026	0		0		0	28 0	0.425
		Mittel:	4.9		4.2	0.70	0.036	0		0		0	26.6	0.412
629	keine	1914 je 10 g Elektrokali	12.7	88.9	11.3	0.54	0.069	0		0		0	37.4	0.543
632			9.5	86.6	8.2	0.63	0.060	0		0		0	34.4	0.526
634			8.0	88.0	7.0	0.77	0 061	0		0		0	33 6	0 536
		Mittel:	10.1		8.8	0.66	0.063	0		0		0	35.1	0.535
635	keine	1914 je 20 g Elektrokali	19.2	88.0	16 9	0.97	0.186	0.4		0.4		0 003	43.4	0 660
636			23 5	89.2	21.0	0.51	0.119	1.3	88.8	1.2	0.63	0.008	51.6	0.640
649			22 5	86.9	19 5	0.82	0.184	1.0		0 9		0 006	47.3	(0.985)
		Mittel:	21.7		19.1	0.77	0.163	0.9		0.8		0.006	47.4	0.650
651	keine	1914 und 1915 je 1 g K_2O als Kalisulfat	36.1	88.5	31.9	1.46	0.527	2.1	88.8	1.9	0.94	0.020	83.7	1.908
652			43.4	89.8	39.0	1.37	0.595	5.9	89.0	5.3	0.68	0.040	87 6	1.936
673			44.1	89.7	39 6	1.41	0.621	6.7	90.5	6.1	1.17	0 078	85.3	1.988
		Mittel:	41.2		36.8	1.41	0.581	4.9		4.4		0.046	85.5	1.944
674	keine	1914 und 1915 je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	41.2	89.2	36.7	1.37	0.562	0.3	88.4	0.3	1.17	0 004	75.8	1.729
675			40.0	87.9	35.2	1.39	0.557	2.1		1.9		0.025	76.2	1.727
678			45.5	87.1	39.6	1 67	0.760	3.4	88.4	3.0	1.01	0.034	89.1	2.041
		Mittel:	42.2		37.2	1.48	0 626	1.9		1.7		0.021	80.4	1 832

Boden: Göttinger Untergrundboden. **Zusammenstellung 4.**

Nummer	Kalkgabe 1914	Kaligabe 1914	Ernten des Jahres 1914. I. Ernte: Sommerweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g	II. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g
645	je 15 g gebr. Kalk	keine	15.5	93.4	14.5	2.05	0.318	0.38	0.059	9.0	92.2	8.3	2.33	0.210	0.40	0.036
677			15.6	94.8	14.8	1.96	0.306	0.66	0.103	9 9	94.4	9.4	2.40	0.238	0.26	0.026
691			14.8	95.3	14 1	1.87	0.276	0.29	0.043	13.1	93.5	12.3	1.80	0.236	0.13	0 017
		Mittel:	15.3		14.5	1.96	0.300		0.068	10.7		10.0		0.228		0.026
693	je 15 g gebr. Kalk	je 10 g Elektrokali	14.9	95.3	14.2	1.97	0.294	0.79	0.118	7.6	93.2	7.1	2.11	0.160	0.22	0.017
694			17.0	90.7	15.4	1.89	0.321	0.49	0.083	9.9	92.5	9.2	2.04	0.202	0.39	0.039
697			15.1	91.9	13.9	1.96	0.296	0.71	0.107	17.1	94.0	16.1	1.83	0.313	0 29	0.050
		Mittel:	15.7		14.5	1.94	0.304		0.103	11.5		10.8		0.225		0.035
698	je 15 g gebr. Kalk	je 20 g Elektrokali	15.8	93.2	14.7	1.81	0 286	0.43	0.068	9.3	94.1	8.8	2.53	0.237	0.27	0.025
706			17.1	95.8	16.4	1.94	0.332	0.47	0.080	12.7	93.1	11.8	1.92	0.244	0.32	0.041
711			15.4	95.4	14.7	1.97	0.303	0 56	0 086	9 1	93.1	8.5	2.84	0.258	0.34	0.031
		Mittel:	16.1		15.3	1.91	0.307		0.078	10.4		9.7		0.246		0.032
713	je 15 g gebr. Kalk	je 1 g K_2O als Kalisulfat	ging verloren													
722			22.9	94.1	21.6	3.61	0.827	0.48	0.110	13.4	94.3	12.6	3.27	0.438	0.32	0.043
724			23.0	97.0	22.3	3.30	0.759	0.29	0.067	13.2	94.6	12 5	2.84	0.375	0.35	0.046
		Mittel:	23.0		22.0	3.46	0.793		0.089	13.3		12.6		0.406		0.045
727	je 15 g gebr. Kalk	je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	23.4	89.2	20.9	3.02	0.707	0.44	0.103	10.8	91.4	9.9	3.14	0.339	0.20	0.022
730			21.0	94.8	19.9	3.56	0.748	0.73	0.153	7.5	92.9	7.0	2.85	0.214	0.31	0.023
734			23 4	96.6	22.6	3.22	0.754	0.60	0.140	13.6	92.1	12.5	2.74	0.373	0.18	0.025
		Mittel:	22.6		21.1	3.27	0.736		0.132	10.6		9.8		0.309		0.023

Noch Zusammenstellung 4.

Nummer	Kalkgabe 1914	Kaligabe 1914	Ernten des Jahres 1914. III. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g	IV. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g	1914 zusammen Trockenmasse g	Kali g	Natron g
645	je 15 g gebr. Kalk	keine	5.3	91.9	4.9	1.48	0.078	0.11	0.006	0.4	93.9	0.4	1.18	0.005	0.13	0.001	28.1	0.611	0.102
677			5.5	91.3	5.0	1.25	0.063	0.12	0.007	0.1	?	?	?	?	?	?	a. 29.2	a. 0.607	a. 0.136
691			8.9	92.1	8.2	2 00	0.178	0.13	0.012	0.1	?	?	?	?	?	?	„ 34.6	„ 0.690	„ 0.072
		Mittel:	6.6		6.0		0.106		0.008	0.2		?		?		?	a. 30.6	a. 0.636	a. 0.103
693	je 15 g gebr. Kalk	je 10 g Elektrokali	7.8	91.9	7.2	3.79	0.296	0.18	0.014	1.2		1.1		0.005		0.001	29.6	0.755	0.150
694			10.4	92.1	9.6	2.47	0 257	0.18	0.019	0.2	91.5	0.2	0.44	0.001	0.12	0 000	34.4	0.781	0.141
697			9.6	92.2	8.9	2.54	0.234	0.19	0.018	0.4		0.4		0.002		0.001	39.3	0.845	0.176
		Mittel:	9.3		8.6		0.262		0.017	0.6		0.4		0.003		0.001	34.4	0.794	0.156
698	je 15 g gebr. Kalk	je 20 g Elektrokali	11.3	91.8	10.4	2.09	0.236	0.12	0.014	0.6		0.6		0.004		0.002	34.5	0 763	0.109
706			9.5	92.1	8.8	2.38	0.226	0.13	0.012	1.1	91.0	1.0	0.64	0.007	0.87	0.004	38.0	0.809	0.137
711			4.5	90.6	4.1	1.77	0.080	0.18	0.008	1.7		1.6		0.011		0.006	28.9	0.652	0.131
		Mittel:	8.4		7.8		0.181		0.011	1.1		1.1		0.007		0.004	33.8	0.741	0.126
713	je 15 g gebr. Kalk	je 1 g K_2O als Kalisulfat								ging verloren									
722			16.5	91.7	15.1	2.16	0.356	0.19	0.031	1.4	89.9	1.3	0.48	0.007	0.10	0.001	50.6	1.628	0.185
724			15.8	92 4	14.6	2.02	0.319	0.23	0.036	1.0		0.9		0.005		0.001	50.3	1.458	0.150
		Mittel:	16.2		14.9		0.338		0.034	1.2		1.1		0.006		0.001	50.5	1.543	0.168
727	je 15 g gebr. Kalk	je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	10.0	93.2	9.3	2.50	0.250	0.32	0.032	0 8		0.7		0.004		0.001	40.8	1.300	0.158
730			8.4	92.5	7.8	2.63	0.223	0.30	0 025	0.3	89.9	0.3	0.55	0.002	0.11	0.000	35.0	1.187	0.201
734			10 7	91 4	9.8	2.64	0.283	0.15	0.016	1.0		0.9		0.006		0.001	45.8	1.416	0.182
		Mittel:	9.7		9.0		0.252		0.024	0.7		0.6		0.004		0.001	40.5	1.301	0.180

Noch Zusammenstellung 4.

Nummer	Kalkgabe	Kaligabe	Ernten des Jahres 1915. I. Ernte: Sommerweizen: lufttr. Masse					II. Ernte: Buchweizen: lufttr. Masse					1914 und 1915 zusammen: Trockenmasse	
	1915		lufttr. Masse	Trockenmasse		Kali		lufttr. Masse	Trockenmasse		Kali		Trockenmasse	Kali
			g	%	g	%	g	g	%	g	%	g	g	g
645	1914 je 15 g gebr. Kalk	keine	12.0	88.5	10.6	0.98	0.118	1.3		1.2		0.012	39.9	0.741
677			12.5	89.2	11.2	1.14	0.143	0.9	90.4	0.8	0.93	0.008	41.2	0.758
691			14.5	90.6	13.1	1.01	0.146	1.8		1.6		0.017	49.3	0.853
		Mittel:	13.0		11.6	1.04	0.136	1.3		1.2		0.012	43.5	0.784
693	1914 je 15 g gebr. Kalk	1914 je 10 g Elektrokali	14.0	86.7	12.1	0.52	0.073	1.3	90.1	1.2	1.23	0.016	42.9	0.844
694			19.0	88.4	16.8	0.89	0.169	2.8	91.1	2.6	1.11	0.031	53.8	0.981
697			16.7	88.9	14.9	0.46	0.076	0.9	90.1	0.8	1.11	0.009	55.0	0.930
		Mittel:	16.6		14.6	0.62	0.106	1.7		1.5		0.019	50.6	0.918
698	1914 je 15 g gebr. Kalk	1914 je 20 g Elektrokali	14.4	87.6	12.6	1.24	0.179	1.0		0.9		0.011	48.0	0.953
706			14.5	87.8	12.6	0.97	0.139	2.0	88.8	1.8	1.14	0.023	52.4	0.971
711			11.9	88.9	10.6	1.22	0.145	0.8		0.7		0.009	40.2	0.806
		Mittel:	13.6		11.9	1.14	0.154	1.3		1.1		0.014	46.9	0.910
713	1914 je 15 g gebr. Kalk	1914 und 1915 je 1 g K_2O als Kalisulfat						ging verloren						
722			42.5	89.4	38.0	1.78	0.757	5.9	89.4	5.3	1.16	0.068	93.9	2.453
724			44.2	90.1	39.8	1.70	0.752	9.4	89.9	8.5	0.83	0.078	98.6	2.288
		Mittel:	43.4		38.9	1.74	0.754	7.7		6.9		0.073	96.3	2.371
727	1914 je 15 g gebr. Kalk	1914 und 1915 je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	31.0	87.9	27.2	2.81	0.870	6.3	89.1	5.6	1.12	0.071	73.6	2.241
730			ging verloren					1.3	88.8	1.1	0.94	0.012	?	?
734			36.0	84.2	30.3	2.11	0.761	7.4	90.6	6.7	0.78	0.058	82.8	2.235
		Mittel:	33.5		28.8	2.46	0.816	5.0		4.5		0.047	78.2	2.238

Boden: Göttinger Untergrundlehm. **Zusammenstellung 5.**

Nummer	Kalkgabe 1914	Kaligabe 1914	Ernten des Jahres 1914. I. Ernte: Sommerweizen — lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g	II. Ernte: Buchweizen — lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g
739	keine	keine	27.7	94.7	26.2	2.47	0.684	0.56	0.155	22.0	94.4	20.8	2.22	0.488	0.25	0.055
740			28.1	94.5	26.6	2.48	0.697	0.84	0.236	22.5	94.0	21.2	2.24	0.504	0.19	0.043
741			29.4	92.4	27.2	2.38	0.700	0.63	0.185	19.7	96.7	19.1	2.22	0.437	0.29	0.057
		Mittel:	28.4		26.7	2.44	0.694		0.192	21.4		20.4		0.476		0.052
744	keine	je 10 g Elektrokali	26.0	94.4	24.5	2.49	0.647	0.71	0.185	20.4	95.1	19.4	2.48	0.506	0.26	0.053
747			28.7	97.3	27.9	2.57	0.738	0.80	0.230	21.4	94.7	20.3	2.68	0.574	0.18	0.039
748			16.0	90.9	14.5	2.60	0.416	0.60	0.096	21.5	93.5	20.1	2.94	0.632	0.11	0.024
		Mittel:	23.6		22.3	2.55	0.600		0.170	21.1		19.9		0.571		0.039
749	keine	je 20 g Elektrokali	25.7	92.5	23.8	2.70	0.694	0.60	0.154	19.6	93.4	18.3	2.20	0.431	0.34	0.067
750			30.1	90.8	27.3	2.62	0.789	0.66	0.199	21.4	96.8	20.7	2.08	0.445	0.39	0.084
769			28.5	91.0	25.9	2.79	0.795	0.50	0.143	11.0	87.8	9.7	2.75	0.303	0.45	0.050
		Mittel:	28.1		25.7	2.60	0.759		0.165	17.3		16.2		0.393		0.067
772	keine	je 1 g K_2O als Kalisulfat	31.8	91.8	29.2	3.75	1.193	0.43	0.137	23.3	95.4	22.2	3.01	0.701	0.32	0.074
774			30.0	93.1	27.9	3.95	1.185	0.60	0.180	23.9	95.6	22.9	3.24	0.776	0.10	0.024
775			30.3	91.3	27.6	3.56	1.076	0.32	0.097	23.1	94.7	21.9	3.26	0.753	0.28	0.065
		Mittel:	30.7		28.2	3.75	1.151		0.138	23.4		22.3		0.743		0.054
778	keine	je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	26.6	92.4	24.6	3.99	1.062	0.63	0.168	18.0	95.9	17.3	3.17	0.571	0.23	0.041
781			32.4	91.0	29.5	4.05	1.312	0.74	0.240	19.9	96.8	19.3	2.76	0.549	0.30	0.060
832			30.7	92.9	28.5	4.06	1.246	0.51	0.157	21.1	92.9	19.6	2.61	0.551	0.22	0.046
		Mittel:	29.9		27.5	4.03	1.207		0.188	19.7		18.7		0.557		0.049

Noch Zusammenstellung 5.

Nummer	Kalkgabe 1914	Kaligabe 1914	Ernten des Jahres 1914. III. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g	IV. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	Natron %	Natron g	1914 zusammen Trockenmasse g	Kali g	Natron g
739	keine	keine	27.6	91.3	25.2	1.50	0.414	0.36	0.099	4.8		4.2		0.031		0.008	76.4	1.617	0.317
740			12.8	90.4	11.6	1.60	0.205	0.25	0.032	6.3	87.1	5.5	0.64	0 040	0.17	0.011	64.9	1.446	0.322
741			26.2	91.9	24.1	1.52	0.398	0.41	0.107	4.2		3.7		0.027		0.007	74.1	1.562	0.356
		Mittel:	22.2		20.3		0.339		0.079	5.1		4.5		0.033		0.009	71.8	1.542	0.332
744	keine	je 10 g Elektrokali	25.2	91.9	23.2	1.76	0.444	0.42	0.106	2.6		2.3		0.022		0 005	69.4	1.619	0.349
747			23.7	92.1	21.8	1.68	0.398	0.30	0.071	3.9	87.9	3.4	0.83	0.032	0.20	0.008	73.4	1.742	0 348
748			24.4	91.7	22.4	1.86	0 454	0.60	0.148	3.1		2.7		0.026		0.006	59.7	1.528	0 274
		Mittel:	24.4		22.5		0.432		0.108	3.2		2.8		0.027		0.006	67.5	1.630	0.324
749	keine	je 20 g Elektrokali	20.2	92.2	18.6	1.60	0.323	0.25	0.051	4.0		3.5		0 031		0.006	64.2	1.479	0.278
750			28 7	90.9	26.1	1.64	0.471	0.33	0.095	3.7	88.1	3.3	0.77	0.029	0.15	0.005	77 4	1.734	0.383
769			7.7	92.5	7.1	1.90	0.146	0.24	0.019	1.2		1.1		0 009		0.002	43.8	1 253	0.214
		Mittel:	18.8		17.3		0.313		0.055	3.0		2.6		0.023		0.004	61.8	1.489	0.292
772	keine	je 1 g K_2O als Kalisulfat	30 4	92.3	28.1	1.68	0.511	0.22	0.067	3.7		3.2		0.029		0.003	82.7	2.434	0.281
774			29.1	90 9	26.5	1.92	0.560	0.32	0.093	3.9	87.4	3.4	0.79	0.032	0.08	0.003	80.7	2.553	0 300
775			22.1	92.4	20.4	2.36	0 522	0.36	0 080	3.6		3.2		0 029		0.003	73.1	2.380	0 245
		Mittel:	27.2		25.0		0.531		0.080	3.7		3.3		0.030		0.003	78.8	2.456	0.275
778	keine	je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	18.4	92.0	16.9	2.27	0.418	0.37	0.068	2.3		2.0		0.017		0.003	60.8	2.068	0.280
781			24.3	91.1	22.1	1.89	0.459	0.25	0 061	2.1	88.3	1.9	0.86	0.016	0.11	0.002	72.8	2.336	0.363
832			26.5	92.5	24.5	1 64	0 435	0.28	0.074	0		0		0		0	72.6	2 232	0.277
		Mittel:	23.1		21.2		0.437		0.068	1.5		1.3		0.017		0.002	68.7	2.212	0.307

Noch Zusammenstellung 5.

Nummer	Kalkgabe 1915	Kaligabe 1915	Ernten des Jahres 1915. I. Ernte: Sommerweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	II. Ernte: Buchweizen lufttr. Masse g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kali %	Kali g	1914 und 1915 zusammen Trockenmasse g	Kali g
739	keine	keine	42.7	89.6	38.3	0.64	0.274	7.3	90.4	6.6	0.78	0.057	121.3	1.948
740								ging verloren						
741			45.0	87.5	39.4	0.80	0.360	8.9	89.7	8.0	0.83	0.074	121.5	1.996
		Mittel:	43.9		38.9	0.72	0.317	8.1		7.3		0.066	121.4	1.972
744	keine	1914 je 10 g Elektrokali	ging verloren					4.9	88.6	4.3	0.80	0.039		
747			38.3	88.4	33.9	0.57	0.219	7.3	90.2	6.6	1.20	0.088	113.9	2.049
748			40.8	89.6	36.5	0.65	0.263	6.8	90.6	6.2	1.52	0.103	102.4	1.894
		Mittel:	39.6		35.2	0.61	0.241	6.3		5.7		0.077	108.2	1.972
749	keine	1914 je 20 g Elektrokali	37.7	88.0	33.2	0.77	0.292	5.3	89.1	4.7	2.05	0.109	102.1	1.880
750			37.0	88.3	32.7	0.58	0.213	6.6	89.2	5.9	1.12	0.074	116.0	2.021
769			10.5	88.4	9.3	0.71	0.075	0.9	90.5	0.8	1.23	0.011	(53.9	1.339)
		Mittel:	28.4		25.1 [35.7]	0.65	0.193 [253]	4.3		3.8		0.065	109.1	1.951
772	keine	1914 und 1915 je 1 g K_2O als Kalisulfat	62.5	87.3	54.5	1.69	1.057	11.9	90.4	10.8	1.35	0.161	148.1	3.662
774			61.0	87.1	53.1	1.87	1.140	10.4	90.3	9.4	1.53	0.159	143.2	3.852
775			55.4	89.7	49.7	1.43	0.792	13.3	88.7	11.8	1.28	0.170	134.6	3.342
		Mittel:	59.6		52.5	1.66	0.997	11.9		10.7		0.163	142.0	3.615
778	keine	1914 und 1915 je 1 g K_2O als 30% Kalisalz	40.2	89.0	35.8	1.83	0.735	7.3	90.7	6.6	1.63	0.119	103.2	2.922
781			57.0	86.9	49.5	1.62	0.923	10.5	88.5	9.3	1.06	0.111	131.6	3.370
832			52.5	89.5	47.0	1.82	0.956	ging verloren						
		Mittel:	49.9		44.1	1.76	0.871	8.9		8.0		0.115	117.4	3.146

Zusammenstellung 6.

Versuchsreihe	Bodenart	Grunddüngung	Kalkdüngung	Kalidüngung	Düngung vor der zweiten Saat	Bemerkungen
1	Lehm	keine	keine	keine	3 g Tropon 3 (Reihen 1–13)	Jedes Gefäss enthält 10,2 *kg* Trockenerde, die mit 70 % der Wasserkapazität zu versehen sind, also 2,37 *kg* Wasser erhalten. Je 50 Korn Buchweizen gepflanzt. (Reihen 1–13)
2		keine	0,27 g K_2O in 60 g Endlaugenkalk	25,26 g CaO		
3		keine	0,135 g K_2O in 30 g Endlaugenkalk	12,63 g CaO		
4		keine	keine	28,24 g CaO in 40 g Kalkasche		
5		keine	keine	14,12 g CaO in 20 g Kalkasche		
6		15 g $CaHPO_4$ 2 g $CaH_4(PO_4)_2$ 1 g $(NH_4)_2SO_4$ 2 g $MgCO_3$ 5 g $Ca(NO_3)_2$ 5 g Tropon 1 (Reihen 6–13)	keine	keine		
7			0,27 g K_2O in 60 g Endlaugenkalk	25,25 g CaO		
8			0,135 g K_2O in 30 g Endlaugenkalk	12,63 g CaO		
9			keine	28,24 g CaO in 40 g Kalkasche		
10			keine	14,12 g CaO in 20 g Kalkasche		
11			1 g K_2O als KCl und K_2SO_4	keine		
12			1/2 g K_2O als KCl und K_2SO_4	keine		
13			1 g K_2O als KCl und K_2SO_4	28,24 g CaO in 40 g Kalkasche		
14	Sand	5 g Tropon 1	keine	keine	3 g Tropon 3 (Reihen 14–26)	Jedes Gefäss enthält 11,72 *kg* Trockenerde, die mit 70 % der Wasserkapazität zu versehen sind, also 1,83 *kg* Wasser erhalten. Je 50 Korn Buchweizen gepflanzt. (Reihen 14–26)
15		5 g Tropon 1	0,135 g K_2O in 30 g Endlaugenkalk	12,63 g CaO		
16		5 g Tropon 1	0,068 g K_2O in 15 g Endlaugenkalk	6,32 g CaO		
17		5 g Tropon 1	keine	14,12 g CaO in 20 g Kalkasche		
18		5 g Tropon 1	keine	7,06 g CaO in 10 g Kalkasche		
19		15 g $CaHPO_4$ 2 g $CaH_4(PO_4)_2$ 1 g $(NH_4)_2SO_4$ 2 g $MgCO_3$ 2 g $Ca(NO_3)_2$ 5 g Tropon 1 (Reihen 19–26)	keine	keine		
20			0,135 g K_2O in 30 g Endlaugenkalk	12,63 g CaO		
21			0,068 g K_2O in 15 g Endlaugenkalk	6,32 g CaO		
22[1]			keine	14,12 g CaO in 20 g Kalkasche		
23[1]			keine	7,06 g CaO in 10 g Kalkasche		
24[1]			1/2 g K_2O als KCl und K_2SO_4	keine		
25[1]			1/5 g K_2O als KCl und K_2SO_4	keine		
26[1]			1/2 g K_2O als KCl und K_2SO_4	14,12 g CaO in 20 g Kalkasche		

[1] Diese Reihen haben bei der Grunddüngung statt Tropon 1 die entsprechende Menge Tropon 2 erhalten.

Zusammenstellung 7.

Göttinger Untergrund-Lehmboden.

Nummer	Grunddüngung	Kaligabe bzw. Kalkgabe	Erste Ernte: Buchweizen							
			lufttrocken	Trockenmasse		in der Trockenmasse				
						Stickstoff		Kali		Phosphorsäure
			g	%	g	%	g	%	g	%
621	keine	keine	6,3	96,11	6,06	1,53	0,093	4,59	0,278	
622	keine	„	5,9	92,28	5,45	1,45	0,079	5,23	0,285	
624	keine	„	6.6	91,49	6,04	1,44	0,087	4,53	0,274	
		Mittel:	6,3 ± 0,14		5,85 ± 0,14	1,47	0,086 ± 0,003	4,78	0,279 ± 0,002	?
625	keine	60 g Endlaugenkalk	7,5	94,58	7,09	2,00	0,142	4,51	0,320	
626	keine	60 g Endlaugenkalk	8,1	92,51	7,49	1,74	0,130	4,70	0,352	
628	keine	60 g Endlaugenkalk	8,5	95,66	8,13	1,84	0,150	4,67	0,380	
		Mittel:	8,0 ± 0,20		7,57 ± 0,20	1,86	0,141 ± 0,004	4,63	0,351 ± 0,012	3,33
637	keine	30 g Endlaugenkalk	6,7	95,15	6,38	1,50	0,096	4,57	0,291	
638	keine	30 g Endlaugenkalk	5,8	95,76	5,55	1,87	0,104	5,02	0,279	
640	keine	30 g Endlaugenkalk	6,1	95,33	5,82	1,88	0,109	5,23	0,304	
		Mittel:	6,2 ± 0,18		5,92 ± 0,17	1,75	0,103 ± 0,003	4,94	0,291 ± 0,005	0,47
641	keine	40 g Kalkasche	12,1	95,06	11,50	1,78	0,205	4,65	0,535	
642	keine	40 g Kalkasche	13,2	95,73	12,64	1,87	0,236	4,61	0,583	
643	keine	40 g Kalkasche	13,1	97.62	12.79	1,84	0.235	4,59	0,587	
		Mittel:	12,8 ± 0,22		12,31 ± 0,26	1,83	0,225 ± 0,007	4,62	0,568 ± 0,011	3,22
656	keine	20 g Kalkasche	10,9	94,97	10,35	1,57	0,163	4,25	0,440	
657	keine	20 g Kalkasche	10,5	97,34	10,22	1,33	0,136	4,33	0,443	
664	keine	20 g Kalkasche	10,3	96,11	9,90	1.74	0,172	3,98	0,394	
		Mittel:	10,6 ± 0,12		10,16 ± 0,09	1,55	0,157 ± 0,007	4,19	0,426 ± 0,010	3,47
665	gegeben	keine	13,5	95,68	12,92	3,84	0,496	2,39	0,309	
666		„	11,9	96,60	11,50	3,71	0,427	2,31	0,266	
667		„	12,8	96,31	12,33	3,77	0,465	2,70	0,333	
		Mittel:	12,7 ± 0,31		12,25 ± 0,28	3,77	0,463 ± 0,014	2,47	0,303 ± 0,014	2,92

Zusammenstellung 7.

Göttinger Untergrund-Lehmboden.

Zweite Ernte: Buchweizen								Gesamt-Ernte		
			in der Trockenmasse							
lufttrocken	Trocken-masse		Stickstoff		Kali		Phosphorsäure	Trockenmasse	Stickstoff	Kali
g	%	g	%	g	%	g	%	g	g	g
15,5	97,17	15,06	1,76	0,265	2,02	0,304		21,12	0,358	0,582
16,6	98,65	16,38	1,76	0,288	1,80	0,295		21,83	0,367	0,580
15,3	97,00	14,84	1,61	0,239	2,00	0,322		20,88	0,326	0,596
15,8		15,43	1,71	0,264	1,94	0,307	2,31	21,28	0,350	0,586
± 0,27		± 0,32		± 0,009		± 0,005		± 0,19	± 0,008	± 0,003
4,0	96,07	3,84	2,64	0,101	1,76	0,066		10,93	0,243	0,386
3,9	97,95	3,82	2,58	0,099	2,18	0,083		11,31	0,229	0,435
3,7	95,57	3,54	2,88	0,102	1,86	0,066		11,67	0,252	0,446
3,9		3,73	2,70	0,101	1,93	0,072	?	11,30	0,241	0,422
± 0,06		± 0,06		± 0,001		± 0,004		± 0,14	± 0,005	± 0,013
11,2	97,42	10,91	1,93	0,211	2,44	0,266		17,29	0,307	0,557
11,4	96,53	11,00	1,85	0,204	1,99	0,219		16,55	0,308	0,498
11,7	96.18	11,25	1,92	0,216	2,46	0,277		17,07	0.325	0,581
11,4		11,05	1,90	0,210	2,30	0,254	2,25	16,97	0,313	0,545
± 0,11		± 0,07		± 0,002		± 0,012		± 0,15	± 0,004	± 0,016
8,9	98,92	8,80	2,67	0,235	1,62	0,142		20,30	0,440	0,677
12,3	96,74	11,90	2,36	0,281	1,75	0,208		24,54	0,517	0,791
8,7	97,89	8,52	2,62	0,223	1,58	0,135		21.31	0,458	0,722
10,0		9,74	2,55	0,246	1,65	0,162	2,22	22,05	0,472	0,730
± 0,79		± 0,48		± 0,012		± 0,015		± 0,86	± 0,016	± 0,023
14,5	96,32	13,97	2,02	0,282	1,73	0,242		24,32	0,445	0,682
12,6	97,84	12,33	2,10	0,259	1,85	0,228		22,55	0,395	0,671
11,6	95,85	11,12	2,26	0,251	1,65	0,183		21,02	0,423	0,577
12,9		12,47	2,13	0,264	1,74	0,218	2,04	22,63	0,421	0,643
± 0,57		± 0,56		± 0,006		± 0,013		± 0,64	± 0,010	± 0,021
11,9	96,42	11,47	2,98	0,342	1,46	0,167		24,39	0,838	0,476
12,8	97,36	12,46	2,82	0,351	1,99	0,248		23,96	0,778	0,514
12,9	97,41	12,57	3,00	0,377	1,34	0,168		24,90	0,842	0,501
12,5		12,17	2,93	0,357	1,60	0,194	5,78	24,42	0,820	0,497
± 0,21		± 0,22		± 0,007		± 0,016		± 0,19	± 0,013	± 0,008

Noch: Göttinger Untergrund-Lehmboden.

Nummer	Grunddüngung	Kaligabe bzw. Kalkgabe	Erste Ernte: Buchweizen							
			lufttrocken	Trockenmasse		in der Trockenmasse				
						Stickstoff		Kali		Phosphorsäure
			g	%	g	%	g	%	g	%
653		60 g Endlaugenkalk	6,6	93,26	6,16	3,95	0,243	2,54	0,157	
654			7,9	94,21	7,44	3,79	0,282	2,70	0,201	
655			8,1	95,70	7,75	4,00	0,310	2,80	0,217	
		Mittel:	7,5		7,12	3,91	0,278	2,68	0,192	?
			±0,32		±0,12		±0,014		±0,012	
659		30 g Endlaugenkalk	14,7	95,04	13,97	3,29	0,460	2,70	0,377	
660			16,8	95,17	15,99	3,36	0,537	2,40	0,384	
663			15,4	97,17	14,96	3,44	0,515	2,31	0,346	
		Mittel:	15,6		14,97	3,36	0,504	2,47	0,369	2,50
			±0,42		±0,39		±0,016		±0,008	
683		40 g Kalkasche	8,8	93,97	8,27	4,12	0,341	2,15	0,178	
686			8,0	94,73	7,58	4,05	0,307	2,49	0,189	
690			9,9	96,98	9,60	4,01	0,385	2,24	0,215	
		Mittel:	8,9		8,48	4,06	0,344	2,29	0,194	0,64
			±0,37		±0,40		±0,018		±0,007	
699		20 g Kalkasche	18,1	96,70	17,50	3,44	0,602	2,51	0,439	
700	gegeben		17,7	95,23	16,86	3,59	0,606	2,66	0,449	
701			14,5	93,13	13,50	3,51	0,474	2,38	0,321	
		Mittel:	16,8		15,95	3,51	0,561	2,52	0,403	3,05
			±0,77		±0,84		±0,029		±0,028	
716		1 g Kali als Kalisalzgemisch	22,5	96,15	21,63	3,61	0,781	3,99	0,863	
717			24,4	97,12	23,70	3,46	0,820	3,84	0,910	
718			17,4	97,21	16,92	3,73	0,631	4,57	0,773	
		Mittel:	21,4		20,75	3,60	0,744	4,13	0,849	3,10
			±1,40		±1,36		±0,039		±0,029	
719		1/2 g Kali als Kalisalzgemisch	18,3	97,88	17,91	3,63	0,650	3,96	0,709	
720			17,3	95,88	16,59	3,20	0,531	3,57	0,592	
721			19,0	95,62	18,17	3,55	0,645	3,01	0,547	
		Mittel:	18,2		17,56	3,46	0,609	3,51	0,616	3,30
			±0,33		±0,33		±0,024		±0,032	
723		1 g Kali als Kalisalzgemisch und 40 g Kalkasche	11,5	97,75	11,24	3,80	0,427	4,45	0,500	
725			12,8	96,75	12,38	4,00	0,495	4,16	0,515	
726			16,4	95,41	15,65	4,14	0,648	4,96	0,776	
		Mittel:	13,6		13,09	3,98	0,523	4,52	0,597	3,54
			±0,98		±0,88		±0,044		±0,060	

Noch: Göttinger Untergrund-Lehmboden.

Zweite Ernte: Buchweizen								Gesamt-Ernte		
			in der Trockenmasse							
lufttrocken	Trocken-masse		Stickstoff		Kali		Phosphor-säure	Trockenmasse	Stickstoff	Kali
g	%	g	%	g	%	g	%	g	g	g
3,8	96,61	3,67	2,91	0,107	1,53	0,056		9,83	0,350	0,213
6,7	97,06	6,50	2,91	0,189	1,93	0,126		13,94	0,471	0,327
4,1	97,89	4,01	3,03	0,122	1,92	0.077		11,76	0,432	0,294
4,9		4,73	2,95	0,139	1,79	0,086	?	11,84	0,418	0,278
±0,62		±0,60		±0,016		±0,014		±0,39	±0,024	±0,023
6,9	97,42	6,72	2,98	0,200	1,36	0,091		20,69	0,660	0,468
8,2	97,16	7,97	2,77	0,221	1,24	0,099		23,96	0,758	0,483
8,2	96,73	6,93	2,70	0,214	1,41	0,112		22,89	0,729	0,458
7,8		7,54	2,82	0,212	1,34	0,101	2,50	22,51	0,716	0,470
±0,29		±0,28		±0,004		±0,004		±0,65	±0,019	±0,005
3,3	94,84	3,13	3,64	0,114	1,78	0,056		11,40	0,455	0,234
4,0	96,52	3,86	5,50	0,212	1,07	0,041		11,44	0,519	0,230
3,4	98,38	3.35	3,11	0,131	1,69	0,057		12,95	0,516	0,272
3,6		3,45	4,35	0,152	1,51	0,051	?	11,93	0,497	0,245
±0,14		±0,15		±0,019		±0,003		±0,34	±0,013	±0,008
6,2	97,92	6,07	3,07	0,186	1,44	0,087		23,57	0,788	0,526
6,2	94,62	5,87	3,01	0,077	1,22	0,072		22,73	0,783	0,521
5.9	93,84	5,54	3,08	0,171	1,63	0,090		19,04	0,645	0,411
6,1		5,83	3,05	0,178	1,43	0,083	?	21,78	0,739	0,486
±0.07		±0,11		±0,029		±0,004		±0,91	±0,032	±0,023
14,5	97,16	14,09	2,88	0,406	2,07	0,292		35,72	1,187	1,155
17,7	96,74	17,12	2,75	0,471	2,01	0,344		41,40	1,291	1,254
16,7	95.32	15,92	2,80	0,446	2,35	0,374		33,62	1,077	1,147
16,3		15,71	2,81	0,440	2,14	0,337	5,29	36,91	1,185	1,185
±0,44		±0,59		±0,013		±0,016		±1,56	±0,042	±0,021
14,1	95,97	13,53	2,96	0,401	2,01	0,272		31,44	1,051	0,981
14,1	97,08	13,69	3,05	0,418	1,74	0,238		30,28	0,949	0,830
16,5	97,34	16,06	2,84	0,456	1,58	0,254		34,23	1,101	0,801
14,9		14,43	2,95	0,425	1,77	0,255	4,96	31,98	1,034	0,871
±0,54		±0,55		±0,011		±0,007		±0,79	±0,030	±0,038
14,4	97,39	14,02	3,08	0,432	3,49	0,489		25,26	0,859	0,989
16,7	97,60	16,30	2,75	0,448	3,02	0,492		28,68	0,943	1,007
15,7	97,73	15,34	2,73	0,427	2,55	0,391		30,99	1,075	1,167
15,6		15,22	2,87	0,436	3,02	0,457	4,80	28,31	0,959	1,054
±0,45		±0,44		±0,004		±0,020		±1,15	±0,042	±0,038

Zusammenstellung 8.

Buntsandstein-Sand.

Nummer	Grunddüngung	Kaligabe bzw. Kalkgabe	Erste Ernte: Buchweizen							
			lufttrocken	Trockenmasse		in der Trockenmasse				
						Stickstoff		Kali		Phosphorsäure
			g	%	g	%	g	%	g	%
532	keine ausser Tropon	keine	16,2	96,21	15,59	2,86	0,446	3,20	0,499	
554		„	15,3	96,48	14,76	2,92	0,510	2,90	0,506	
568		„	16,1	97,12	15,64	2,84	0,444	3,53	0,552	
		Mittel:	15,9 ±0,19		15,33 ±0,18	2,87	0,467 ±0,013	3,21	0,519 ±0,011	0,98
575		30 g Endlaugenkalk	11,8	95,60	11,28	3,43	0,387	4,43	0,500	
623			11,5	95,67	11,00	3,38	0,372	4,46	0,491	
631			11,1	95,65	10,61	3,26	0,346	4,43	0,470	
		Mittel:	11,5 ±0,14		10,96 ±0,13	3,36	0,368 ±0,008	4,44	0,487 ±0,006	0,85
644		15 g Endlaugenkalk	14,5	97,10	14,08	3,75	0,528	3,31	0,537	
658			18,2	97,33	17,71	2,06	0,365	4,41	0,781	
668			17,4	94,22	16,39	2,72	0,446	4,33	0,710	
		Mittel:	16,7 ±0,76		16,06 ±0,71	2,84	0,446 ±0,032	4,18	0,676 ±0,049	0,74
679		20 g Kalkasche	7,7	92,25	7,10	3,52	0,250	4,15	0,295	
681			6,1	93,80	5,72	4,50	0,257	4,62	0,264	
682			7,5	95,67	7,18	4,34	0,312	5,03	0,361	
		Mittel:	7,1 ±0,34		6,67 ±0,32	4,12	0,273 ±0,012	4,60	0,307 ±0,019	1,18
705		10 g Kalkasche	14,2	96,03	13,64	3,03	0,413	3,78	0,516	
707			16,0	92,94	14,87	3,18	0,473	4,22	0,628	
709			16,5	95,37	15,74	2,68	0,422	4,13	0,650	
		Mittel:	15,6 ±0,47		14,75 ±0,41	2,96	0,436 ±0,012	4,04	0,598 ±0,028	0,92
713	gegeben	keine	15,5	95,32	14,78	4,45	0,658	1,63	0,241	
727	„	„	17,3	96,15	16,63	4,41	0,734	1,53	0,254	
728	„	„	(17,2	97,38	16,75	2,86	0.479	2,86	0,479	
		Mittel:	16,4 ±0,60		15,71 ±0,61	4,43	0,696 ±0,026	1,58	0,248 ±0,005	4,35

Zusammenstellung 8.

Buntsandstein-Sand.

Zweite Ernte: Buchweizen								Gesamt-Ernte		
			in der Trockenmasse							
lufttrocken	Trockenmasse		Stickstoff		Kali		Phosphorsäure	Trockenmasse	Stickstoff	Kali
g	%	g	%	g	%	g	%	g	g	g
7,4	96,93	7,17	3,11	0,223	1,07	0,077		22,76	0,669	0,576
6,8	96,99	6,60	3,25	0,215	0,96	0,063		21,36	0,725	0,569
6,5	97,43	6,33	3,16	0,200	1,08	0,068		21,97	0,644	0,620
6,9		6,70	3,17	0,213	1,04	0,069	0,81	22,03	0,679	0,588
±0,19		±0,17		±0,005		±0,003		±0,28	±0,016	±0,010
5,9	97,06	5,73	2,69	0,154	1,99	0,114		17,01	0,541	0,614
5,9	93,50	5,52	2,47	0,136	1,87	0,103		16,52	0,508	0,627
6,6	95,60	6,31	2,55	0,161	1,82	0,115		16,92	0,507	0,585
6,1		5,85	2,57	0,150	1,89	0,111	?	16,82	0,519	0,609
±0,14		±0,16		±0,005		±0,002		±0,10	±0,007	±0,008
6,8	97,61	6,64	2,47	0,164	1,62	0,107		20,72	0,692	0,644
5,0	94,56	4,73	2,75	0,130	1,39	0,066		22,44	0,495	0,847
5,2	93,44	4,86	2,68	0.130	1.68	0.082		21,25	0,576	0.792
5,7		5,41	2,63	0,141	1,56	0,085	?	21,47	0,588	0,761
±0,38		±0,41		±0,007		±0,008		±0,34	±0,038	±0,041
13,3	97,77	13,00	2,52	0,328	1.95	0,254		20,10	0,578	0,549
13,6	95,97	13,05	2,47	0,322	1,77	0,231		18,77	0,579	0,495
11,4	98,57	11,24	2.17	0.244	2.58	0,290		18,42	0,556	0,651
12,8		12,43	2,39	0,298	2,10	0,258	0,74	19,10	0,571	0,565
±0,46		±0,40		±0,017		±0,012		±0,34	±0,005	±0,031
11,7	98,52	11,53	2,38	0,274	1,69	0,195		25,17	0,687	0,711
9,2	98,70	9,08	2,44	0,222	1,61	0,146		23,95	0,695	0,774
8,7	98,04	8,53	2,49	0,212	1,49	0,127		24.27	0,634	0,777
9,9		9,71	2,44	0,236	1,60	0,156	0,64	24,46	0,672	0,754
±0,63		±0,62		±0,012		±0,014		±0,25	±0,012	±0,013
2,8	98,76	2,75	3,34	0,092	1,04	0,029		17,53	0,750	0,270
3,6	94,16	3,39	3,81	0,129	0,84	0,029		20,02	0,863	0,283
7,1	97,40	6,02	3,09	0,214	1,26	0.087		23,67	0.693	0,566)
3,2		3,07	3,58	0,111	0,94	0,029	5,51	18,78	0,807	0,277
±0,27		±0,22		±0,013		±0,000		±0,84	±0,038	±0,002

Noch: Buntsandstein-Sand.

Nummer	Grunddüngung	Kaligabe bzw. Kalkgabe	Erste Ernte: Buchweizen							
			lufttrocken	Trockenmasse		in der Trockenmasse				
						Stickstoff		Kali		Phosphorsäure
			g	%	g	%	g	%	g	%
729		30 g	9,5	94,80	9,01	4,30	0,387	2,29	0,206	
732		Endlaugen-	9,8	95,02	9,31	4,56	0,423	2,36	0,218	
733		kalk	11,8	97,22	11,47	4,16	0,477	2,07	0.237	
		Mittel:	10,4		9,93	4,34	0,429	2,24	0,220	3,57
			±0,49		±0,52		±0,018		±0,006	
735		15 g	18,1	95,69	17,32	4,04	0,700	1,83	0,317	
736		Endlaugen-	18,9	96,60	18,26	3,94	0,719	1,62	0,296	
737		kalk	18,1	94,98	17,19	4.03	0,693	2,10	0,361	
		Mittel:	18,4		17,59	4,00	0,704	1,85	0,325	3,80
			±0,16		±0,21		±0,005		±0,013	
739		20 g	11,8	95,32	11,25	4,40	0,495	1,95	0,219	
740		Kalkasche	10,7	96,58	10,33	4,31	0,445	2,06	0,213	
741			8,9	95,78	8,52	4,38	0,373	1,89	0,161	
		Mittel:	10,5		10,03	4,36	0,438	1,97	0,198	3,68
			±0,57		±0,54		±0,024		±0,012	
743		10 g	7,5	97,02	7,28	4,51	0,328	2,33	0,170	
748	gegeben	Kalkasche,	7,5	95,10	7,13	4,15	0,296	1,97	0,140	
754		(umgefallen)	(6,5	94,98	6,17	4,20	0,259	1,84	0.114	
		Mittel:	7,5		7,21	4,33	0,312	2,15	0,155	1,98
			±0,00		±0,05		±0,011		±0,010	
756		1/2 g Kali als	21,6	94,81	20,48	3,97	0,813	3,78	0,774	
757		Kalisalz-	20,4	94,85	19,33	4,02	0,778	3,59	0,695	
758		gemisch	21,1	96,85	20,44	3,92	0.801	3,16	0,646	
		Mittel:	21,0		20,09	3,97	0,797	3,51	0,705	3,92
			±0,24		±0,23		±0,007		±0,026	
761		1/5 g Kali als	18,2	97,55	17,75	4,29	0,762	2,49	0,442	
762		Kalisalz-	17,4	91,40	15,90	4,40	0,700	2,56	0,407	
763		gemisch	17,6	95,34	16,78	4,20	0,705	2,44	0,409	
		Mittel:	17,7		16,81	4,30	0,722	2,50	0,419	4,15
			±0,18		±0,36		±0,012		±0,008	
765		1/2 g Kali als Kali-	(7,2	92,64	6,67	4,09	0,273	4,28	0,286	
766		salzgemisch und	15,2	94,78	14,41	4,32	0,623	3,33	0,480	
767		20 g Kalkasche	17,1	97,57	16.69	3,79	0,633	2.96	0,494	
		Mittel:	16,2		15,55	4,06	0,628	3,15	0,487	2,70
			±0,64		±0,77		±0,003		±0,005	

Noch: Buntsandstein-Sand.

Zweite Ernte: Buchweizen								Gesamt-Ernte		
			in der Trockenmasse							
lufttrocken	Trockenmasse		Stickstoff		Kali		Phosphorsäure	Trockenmasse	Stickstoff	Kali
g	%	g	%	g	%	g	%	g	g	g
2,1	94,34	1,98	4,35	0,086	1,15	0,023		10,99	0,473	0,229
3,0	98,05	2,94	3,39	0,100	1,53	0,045		12,25	0,523	0,263
3,4	98,46	3,35	3,28	0,110	1,26	0,042		14,82	0,587	0,279
2,8		2,76	3,67	0,099	1,31	0,037	?	12,69	0,528	0,257
±0,26		±0,27		±0,005		±0,004		±0,76	±0,023	±0,010
3,5	95,05	3,33	7,01	0,233	1,46	0,049		20,65	0,933	0,366
3,4	92,56	3,15	4,12	0,130	1,26	0,040		21,41	0,849	0,336
3,4	97,54	3,32	3,26	0,108	1,23	0,041		20,51	0,801	0,402
3,4		3,27	4,80	0,157	1,32	0,043	?	20,86	0,861	0,368
±0,02		±0,04		±0,025		±0,002		±0,18	±0,026	±0,013
8,8	95,51	8,41	3,38	0,284	1,57	0,132		19,66	0,779	0,351
8,8	97,69	8,60	3,45	0,297	1,80	0,155		18,93	0,742	0,368
8,4	97,43	8,18	3,49	0,286	1,77	0,145		16,70	0,659	0,306
8,7		8,40	3,44	0,289	1,71	0,144	5,25	18,43	0,727	0,343
±0,08		±0,08		±0,003		±0,005		±0,60	±0,024	±0,012
12,3	96,88	11,92	3,27	0,390	2,10	0,250		19,20	0,718	0,420
12,0	94,69	11,36	3,27	0,372	1,79	0,203		18,49	0,668	0,343
6,3	95,10	5,99	3,28	0,197	1,61	0,096		12,16	0,456	0,210
12,2		11,64	3,27	0,381	1,95	0,227	5,38	18,85	0,693	0,382
±0,10		±0,19		±0,006		±0,016		±0,24	±0,017	±0,025
7,7	99,16	7,64	3,71	0,283	1,86	0,142		28,12	1,096	0,916
10,4	97,06	10,09	3,49	0,352	1,77	0,179		29,44	1,130	0,874
10,5	97,33	10,22	3,38	0,345	1,68	0,172		30,66	1,146	0,818
9,5		9,32	3,53	0,327	1,77	0,164	6,15	29,41	1,124	0,869
±0,62		±0,56		±0,014		±0,008		±0,49	±0,010	±0,019
6,7	97,63	6,54	3,83	0,251	1,11	0,072		24,29	1,013	0,514
6,3	96,91	6,11	4,17	0,255	1,08	0,066		22,01	0,955	0,473
7,0	97,92	6,85	3,77	0,258	1,22	0,084		23,63	0,963	0,493
6,7		6,50	3,92	0,255	1,14	0,074	4,13	23,31	0,977	0,493
±0,14		±0,15		±0,001		±0,004		±0,46	±0,012	±0,008
13,0	96,41	12,53	3,45	0,432	2,45	0,307		19,20	0,705	0,693)
10,1	96,27	9,72	3,31	0,322	1,94	0,189		24,13	0,945	0,669
11,3	97,77	11,05	3,46	0,382	1,98	0,219		27,74	1,015	0,713
10,7		10,39	3,39	0,352	1,96	0,204	4,27	25,94	0,980	0,691
±0,27		±0,45		±0,020		±0,010		±1,22	±0,024	±0,015

Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Landwirtschaft in Bromberg.
(Abteilung für Pflanzenkrankheiten.)

1919. **Nr. 3.**

Beiträge zur Anatomie der gesunden und kranken Kartoffelpflanze.

I. Anatomie der vegetativen Organe.

Von

Dr. F. Esmarch-Bromberg.

(Mit 57 Textabbildungen.)

Einleitung.

Die bisher veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten über die Kartoffel sind vorwiegend physiologisch orientiert. Es war besonders der Stoffwechsel der keimenden Knolle und der wachsenden Pflanze, sowie die Bildung der Knollen, die das Interesse der Forschung wachhielten. Demgegenüber treten die anatomischen Arbeiten an Zahl sehr zurück. Die ersten Angaben über die Anatomie der Kartoffel finden wir in SCHACHTS „Bericht an das Kgl. Landes-Ökonomie-Kollegium über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten" (1854).

SCHACHT untersuchte verschiedene Kraut- und Knollenkrankheiten der Kartoffel und „erachtete es für notwendig, die Kartoffelpflanze durch alle Lebensstadien, sowohl der äusseren Erscheinungsweise nach, als auch im inneren Bau planmässig zu verfolgen, weil zur richtigen Würdigung der Krankheitserscheinungen einer Pflanze zuvor eine genaue Kenntnis der normalen Verhältnisse ihres Baues und ihres Lebens durchaus notwendig ist".[1]) Demgemäss schickt er dem Berichte über seine Untersuchungen eine morphologische und anatomische Beschreibung der Knolle, des ober- und unterirdischen Stengels, des Blattes und der Wurzel voraus. Die Beschreibung ist allerdings nicht so ausführlich, wie man nach der Ankündigung des Verfassers erwartet; sie beschränkt sich darauf, die Verteilung der Gewebe in groben Zügen wiederzugeben. Dass ihm aber auch feinere Unterschiede, z. B. zwischen der oberen und unteren Blattepidermis, nicht entgangen sind, zeigen die der Arbeit beigefügten Abbildungen.

Viel eingehender ist die 1868 von SORAUER veröffentlichte „Keimungsgeschichte der Kartoffelknolle". Von der Knolle ausgehend, schildert er

[1]) a. a. O. S. 1.

die Entwicklung des Stengels, der Blätter, der Stolonen und der jungen Knollen bis zur Reife der Pflanze und verfolgt dabei einerseits den wechselnden Gehalt der verschiedenen Gewebe an Stärke, Eiweiss, Gerbstoff und anderen Stoffwechselprodukten, andererseits die Veränderungen des anatomischen Bildes. Besonders ausführlich wird die Ausbildung der Gewebe im Stengel von ihrer ersten Differenzierung an geschildert und eine Charakteristik ihrer Elemente gegeben. Auch die Anatomie der Knolle ist eingehend behandelt, während Blatt und Wurzel nur kurz gestreift werden.

Die SORAUERschen Untersuchungen wurden von DE VRIES weitergeführt und ihre Ergebnisse in einer dreiteiligen Arbeit (1878) niedergelegt. Der erste Teil beschäftigt sich mit der „Keimungsgeschichte des Kartoffelsamens", der zweite mit der „Keimungsgeschichte der Kartoffelknolle", der dritte mit der „Wachstumsgeschichte der Kartoffelpflanze". Es war DE VRIES in erster Linie darum zu tun, die Vorgänge der Stoffwanderung auf mikrochemischem Wege aufzuklären, die Arbeit ist also vorwiegend physiologisch gerichtet. Ein Verständnis dieser Vorgänge ist aber ohne Kenntnis der anatomischen Verhältnisse nicht möglich. Daher schiebt der Verfasser an mehreren Stellen anatomische Abschnitte ein. Wir finden im ersten Teil den inneren Bau des Samens und des fertigen Keimlings beschrieben, im zweiten Teil Bemerkungen über den Bau der Knolle, des Stengels, der etiolierten Triebe, über Lenticellen und Behaarung, und im dritten Teil zusammenfassende anatomische Beschreibungen von Blatt, Stengel, Wurzel, Stolonen und Knolle. Überall wird die Verteilung der Gewebe und die Eigenart ihrer Elemente auf Grund sorgfältiger Beobachtungen geschildert, teilweise auch ihre Entwicklung berücksichtigt. In mancher Beziehung bestätigt DE VRIES nur die Ergebnisse von SORAUER, in anderer geht er weit über ihn hinaus, besonders in den Abschnitten über das Blatt und die Wurzel. Die Arbeit ist trotz ihrer physiologischen Tendenz für die Anatomie der Kartoffel von grundlegender Bedeutung. Ihr einziger Mangel besteht darin, dass die Abbildungen, die zur Veranschaulichung der Stoffverteilung dienen, die anatomischen Verhältnisse nur schematisch andeuten.

Von neueren Autoren ist, soviel ich feststellen konnte, nur COLLE (1910) näher auf die Anatomie der Kartoffel eingegangen. Im ersten Teil seiner „Étude microscopique des Solanées vireuses et alimentaires" gibt er die allgemeinen anatomischen Merkmale der Solanaceen, im zweiten, speziellen Teil widmet er der Kartoffel einen besonderen Abschnitt, in dem der anatomische Bau von Wurzel, Stengel, Blatt, Frucht und Samen beschrieben wird. Neue Gesichtspunkte treten nicht zutage. Am wertvollsten sind die Angaben über die Samenschale und die dazu gehörigen Abbildungen.

Ausschliesslich mit der Anatomie der Kartoffelschale haben sich SORAUER (1871) und KREITZ (1907) beschäftigt, beide bei der Prüfung der Frage, ob der Bau der Schale für die Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Sorten gegen krankheiterregende Pilze und Bakterien von Bedeutung ist.

Endlich wären hier noch die Arbeiten zu nennen, welche die Anatomie der Solanaceen überhaupt zum Gegenstand haben. Es handelt sich bei ihnen durchweg um die systematische Abgrenzung der Solanaceen gegen verwandte Familien. PETERSEN (1882), SOLEREDER (1885) und POMRENKE (1892) verwerteten die Struktur des Holzes in diesem Sinne, VESQUE (1885) die Anatomie des Blattes, HOCH (1886) die Behaarung, SCHLEPEGRELL (1892) die Anatomie des Stengels, während FEDDE (1896) sämtliche Gewebesysteme berücksichtigte. Nur die beiden letzteren vermerken ausdrücklich, dass die Kartoffelpflanze in die Untersuchungen einbezogen wurde, die übrigen gewannen ihre Ergebnisse an anderen, meist ausländischen Vertretern der Familie.

Die Arbeiten bringen naturgemäss in erster Linie die allen Solanaceen gemeinsamen anatomischen Eigenschaften und erwähnen nur nebenbei Besonderheiten einzelner Gattungen oder Arten. Am ausführlichsten in dieser Beziehung ist FEDDE, der mit seinen Untersuchungen noch den weiteren Zweck verfolgte, die systematische Gliederung der Familie selbst auf anatomische Grundlagen zu stellen. Die Kartoffel wird nirgends besonders erwähnt, d. h. sie entspricht in jeder Hinsicht dem allgemeinen Solanaceen-Typus. Aus diesem Grunde tragen die genannten Arbeiten zur speziellen Anatomie der Kartoffel nur in geringem Maſse bei.

Damit glaube ich alles registriert zu haben, was bisher zur Anatomie der Kartoffel veröffentlicht worden ist. Einzelne kurze Notizen finden sich noch bei DE BARY (1877), HOHNFELDT (1880), SCHWARZ (1881), QUANJER (1913, 16) u. a. Im Ganzen ist die Ausbeute nicht übermässig gross; selbst die relativ ausführliche Arbeit von DE VRIES kann nicht als eine erschöpfende Darstellung des Gegenstandes bezeichnet werden, jedenfalls genügt sie unseren heutigen Ansprüchen nicht mehr. Eine neue Bearbeitung der Anatomie der Kartoffel dürfte daher eine Lücke in unserer wissenschaftlichen Literatur ausfüllen.

Es waren aber nicht historische Erwägungen, die zu der vorliegenden Arbeit den Anlass gaben. Sie ist vielmehr eine Frucht der Untersuchungen, die seit einer Reihe von Jahren am Kaiser-Wilhelm-Institut für Landwirtschaft in Bromberg unter Leitung von Herrn Prof. SCHANDER zur Erforschung der Blattrollkrankheit der Kartoffel angestellt werden. Von einem ähnlichen Gedanken ausgehend wie SCHACHT (s. o.), versuchten wir u. a. festzustellen, ob zwischen entsprechenden Teilen gesunder und kranker Kartoffelpflanzen durchgreifende anatomische Unterschiede bestehen. Eine grosse Anzahl von Pflanzen verschiedener Sorten und in verschiedenen Entwicklungsstadien kam zur Untersuchung. Das Ergebnis unserer Bemühungen war leider negativ.[1] Sowohl der allgemeine anatomische Bau als auch die einzelnen Elemente liessen keine Unterschiede bei gesunden und kranken Pflanzen erkennen. Ebensowenig führten umfangreiche Messungen und Zählungen bestimmter Elemente zum Ziele. Es ergab sich

[1] Vgl. SCHANDER, 1914, S. 26—28

eine grosse Variabilität sämtlicher Grössen, nicht nur bei verschiedenen Individuen, sondern auch an verschiedenen Teilen ein und derselben Pflanze. Die Gewinnung brauchbarer Durchschnittswerte und charakteristischer Unterschiede wurde dadurch unmöglich. Zudem drängte sich uns die Überzeugung auf, dass für die Abmessungen der anatomischen Elemente die äusseren Wachstumsbedingungen und das Alter der einzelnen Teile von wesentlicherer Bedeutung sind.

Die Untersuchungen förderten aber ein reiches anatomisches Material zu Tage, das nur geringfügiger Ergänzung bedurfte, um ein vollständiges Bild von der Anatomie der Kartoffelpflanze zu geben. Mit diesen Ergänzungen wurde bereits 1916 begonnen. Die Arbeit musste aber infolge des Krieges unterbrochen werden und hat daher erst jetzt ihren Abschluss gefunden.

Die vorliegenden Untersuchungen beschränken sich auf die vegetativen Organe der ausgewachsenen Kartoffel. Blüte, Frucht, Same und Sämling sollen erst in Angriff genommen werden, wenn ruhigere Verhältnisse eingetreten sind.[1]

In der Einteilung des Stoffes nach einzelnen Organen folge ich dem Beispiel der älteren Forscher, da sie mir zweckmässiger erscheint als die neuere nach Gewebesystemen.

I. Blatt.

Von den einfachen Erstlingsblättern abgesehen, sind die Blätter der Kartoffel aus einer grösseren oder kleineren Zahl von Einzelblättchen zusammengesetzt. An einem gemeinsamen Stiel findet sich ein unpaares Endblättchen und eine Reihe von paarigen Fiederblättchen. Letztere sind von ungleicher Grösse. In der Regel schieben sich zwischen je zwei Paaren grösserer Blättchen 1—3 Paare kleinerer Blättchen ein. Ihre Form ist bei verschiedenen Sorten, ja an ein und derselben Pflanze mehr oder minder verschieden; es kommen alle Übergänge zwischen breiteiförmig und -keilförmig einerseits und länglich-lanzettlich andererseits vor. Die kleinsten Blättchen sind oft rundlich oder selbst nierenförmig, während das Endblättchen zuweilen asymmetrisch verbreitert ist oder breite, tiefgelappte Formen annimmt, was auf Verwachsung benachbarter Blättchenanlagen zurückzuführen ist. Der Blattgrund ist keilförmig und mehr oder minder asymmetrisch, die Spitze in verschiedenem Grade ausgezogen.

Trotz dieser mannigfaltigen Form und Grösse ist der anatomische Bau der Blättchen immer der gleiche. Ich fasse sie daher unter der summarischen Bezeichnung „Blatt“ im Sinne von Blattspreite zusammen und stelle ihnen den Blattstiel, der natürlich wesentlich anders gebaut ist, gegenüber.

Der Bau des Blattes wird in groben Zügen bereits von SCHACHT (1854) geschildert. Er sagt darüber (S. 7—8): „Das ausgebildete Einzel-

[1]) Auch die zahlreichen morphologischen und physiologischen Beobachtungen, die wir im Verlauf unserer Arbeit sammelten, können erst zu einem späteren Zeitpunkte veröffentlicht werden.

blatt ist sowohl an der oberen als auch an der unteren Seite mit einer Oberhaut versehen, welche zweierlei Haare und Spaltöffnungen besitzt. Beide Seiten sind durch letztere zum Gasaustausch geeignet; an der unteren Seite jedoch sind die Spaltöffnungen weit zahlreicher als an der oberen Seite, auch wird die untere Hälfte der Blattfläche durch kugelige Zellen gebildet, welche weite, mit Luft erfüllte Räume zwischen sich lassen, während die obere Hälfte der Blattfläche aus längeren, pallisadenartig nebeneinanderliegenden Zellen besteht. Die untere Blattfläche hat deshalb ein mehr aufgelockertes Gewebe.“ SCHACHT unterscheidet also, modern gesprochen, zwischen Epidermis und Mesophyll und gliedert letzteres wieder in Pallisaden- und Schwammparenchym. Der besondere Bau der Blattnerven wird von ihm nicht ausdrücklich erwähnt. Auch SORAUER (1868, S. 169) weist nur ganz kurz darauf hin. Von DE VRIES (1878, S. 605 bis 608) dagegen wird er ebenso ausführlich beschrieben, wie die Oberhaut und das zweigeteilte Parenchym. Es empfiehlt sich, dem Beispiel von DE VRIES zu folgen und zunächst die Epidermis, dann das Mesophyll und schliesslich die Nerven zu besprechen.

Epidermis.

Die Epidermis des Blattes ist einschichtig. Die Zellen schliessen seitlich dicht aneinander an, während sie von dem inneren Gewebe durch

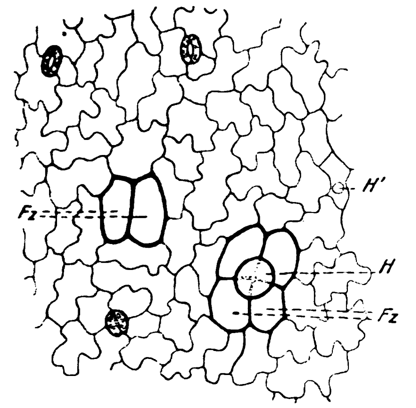


Abb 1. Epidermis der Blattoberseite (Vergr. 90). H durchschnittene Deckhaare, H' durchschnittener Stiel eines Drüsenhaares, Fz Fusszellen von Deckhaaren.

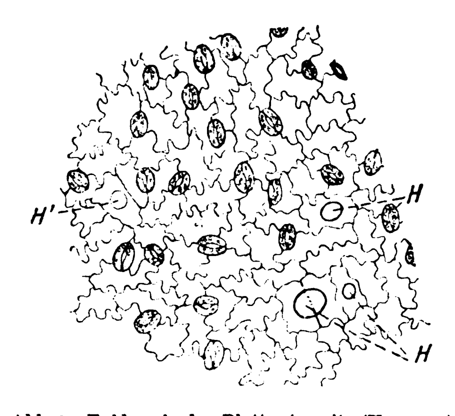


Abb. 2. Epidermis der Blattunterseite (Vergr. 90). H durchschnittene Deckhaare, H' durchschnittener Stiel eines Drüsenhaares.

mehr oder minder zahlreiche Interzellularspalten getrennt sind. Dementsprechend lässt sie sich meist leicht in zusammenhängenden Stücken abziehen.

Form der Zellen.

Die Zellen sind, soweit sie nicht auf den Nerven liegen, im Querschnitt abgeplattet und aussen flach oder schwach vorgewölbt. Die Seiten- (Radial-) wände zeigen, von der Fläche gesehen, in der Regel einen geschlängelten, gewellten Verlauf. Die Wellung ist auf der Unterseite des Blattes stärker als auf der Oberseite (vgl. Abb. 1 und 2). Ja, sie kann auf letzterer ganz

fehlen, d. h. die Zellwandungen verlaufen gerade oder schwach gebogen (Abb. 3). Denselben einfachen Bau fand DE VRIES (S. 605) bisweilen auch auf der Unterseite der Blätter. Es handelte sich in diesen Fällen um Pflanzen, die von besonders schlechtem Boden stammten. Pflanzen von gutem Boden zeigten auf beiden Blattseiten geschlängelte Zellwände. DE VRIES schliesst daraus, dass die Stärke der Wellung von äusseren Einflüssen abhängig ist. Ich selbst habe diesen Punkt nicht weiter verfolgt, halte aber den Schluss für durchaus berechtigt. Die Epidermiszellen sind ursprünglich stets mit geraden Wandungen versehen; erst im Laufe des Wachstums entstehen die Falten. Da nun die Bodenverhältnisse das Tempo des Wachstums beeinflussen, müssen sie mittelbar auch für die Stärke der Wellung Bedeutung haben. Natürlich wirken die übrigen Wachstumsfaktoren (Temperatur, Beleuchtung,[1]) Feuchtigkeit usw.) in ähnlicher Weise ein.

Dieser Zusammenhang macht auch die grossen individuellen Verschiedenheiten verständlich, die mir bei meinen zahlreichen Untersuchungen auffielen. Innerhalb einer Sorte, ja bei ein und derselben Pflanze kann die Wellung der Epidermiszellen sehr verschieden stark sein. Infolge dieser Variabilität ist es übrigens nicht möglich, etwa vorhandene Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten festzustellen.

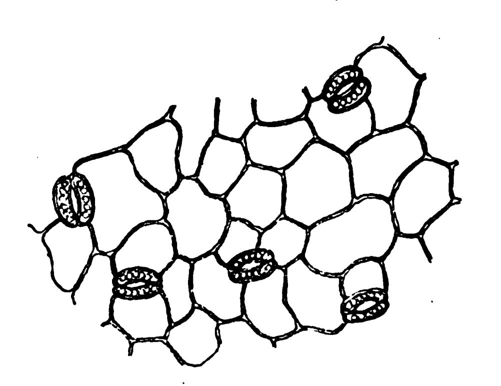


Abb. 3. Epidermis der Blattoberseite (nach SCHACHT). Vergr. 200.

Das Längenwachstum des Blattes ist bekanntlich am Blattgrunde lokalisiert, d. h. hier finden bis zum Abschluss des Wachstums noch dauernd Zellteilungen statt. Die Zellen der Blattspitze sind also entwicklungsgeschichtlich älter als die des Blattgrundes. In Übereinstimmung damit konnte ich bei jungen Blättern beobachten, dass die Epidermiszellen am Grunde gerade oder etwas gebogene, an der Spitze dagegen mehr oder minder stark gewellte Seitenwände haben.

Nach den Nerven, insbesondere nach den Randnerven hin nimmt die Stärke der Wellung ab. Gleichzeitig strecken sich die Zellen in der Richtung des Nervs. Der Übergang zur Nervenepidermis ist entweder ein allmählicher (so besonders auf der Blattoberseite und bei schwächeren Nerven) oder ein plötzlicher (bei stärkeren Nerven und auf der Blattunterseite.)

Die Zellen der Nervenepidermis sind im Querschnitt viereckig-abgerundet, ebenso breit wie hoch oder radial etwas zusammengedrückt und nach aussen vorgewölbt. Im Flächenschnitt erscheinen sie als in der

[1]) Stärkere Wellung gilt als Schattenblattmerkmal, vgl. PAULMANN, S. 251.

Richtung des Nervs gestreckte Vier- oder Sechsecke, deren Umrisse stets ungewellt, gerade oder wenig gebogen sind (Abb. 4).

Über den feineren Verzweigungen der Nerven, die sich auf der Blattoberseite nicht mehr vorwölben, weicht die Epidermis von ihrer Umgebung weniger stark ab. Ihre Zellen sind zwar in der Richtung des Nerven gestreckt, haben aber zum Teil gewellte Seitenwände. Über den letzten Zweigen und Enden der Nerven verschwindet auch die Längsstreckung der Zellen.

Abweichend gestaltet sind die Epidermiszellen, denen die Deckhaare aufsitzen; sie sollen im Zusammenhang mit diesen besprochen werden.

Grösse der Zellen.

Die nicht auf den Nerven liegenden Epidermiszellen sind, wie schon gesagt, tangential abgeplattet, d. h. ihr radialer Durchmesser (Dicke) wird von Breite und Länge übertroffen. Auf der Oberseite des Blattes ist die Dicke durchweg grösser als auf der Unterseite. Sie bewegt sich zwischen 12 bis 32 μ bzw. 10—22 μ. Als Durchschnittswerte ergaben sich bei einer grösseren Anzahl von Blättern oben 20 bis 24 μ, unten 12—15 μ. Dabei wurde der grösste radiale Durchmesser, der gewöhnlich mit der Mittellinie der Zelle zusammenfällt, gemessen.

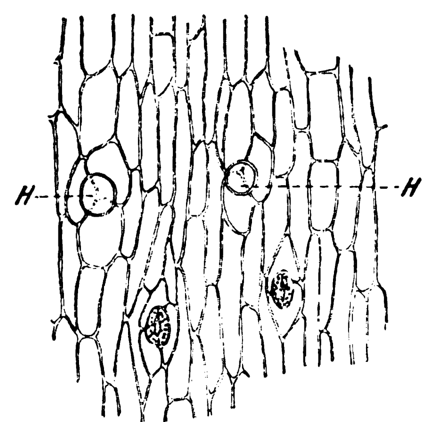


Abb. 4. Epidermis des Blattnerven (Vergr. 100 H durchschnittene Deckhaare.

Länge und Breite der Zellen in der Fläche sind einander ungefähr gleich oder die Zellen sind in einer Richtung bis 5 mal so lang wie in der Richtung senkrecht dazu. In der Nähe der Nerven haben sie in der Richtung eben dieser Nerven die grösste Ausdehnung, im übrigen sind sie regellos bald nach dieser bald nach jener Richtung gestreckt.

Um brauchbare Durchschnittswerte für die Grösse der Zellen zu bekommen, empfiehlt es sich, ihrer unregelmässigen Gestalt wegen, nicht direkt ihre Länge und Breite auszumessen, sondern die Zahl der durchschnittlich auf 1 *qmm* entfallenden Zellen festzustellen und dann auf die Grösse derselben zurückzuschliessen. Derartige Zählungen wurden an einer Reihe von ausgewachsenen Blättern angestellt. Im Durchschnitt kamen

bei der Sorte:	auf 1 *qmm* Zellen oben	unten
Imperator	420	686
Magnum bonum . . .	352	611
Wohltmann	380	500
Gertrud	253	394

Es ergibt sich demnach, dass die Zellen der Blattoberseite stets grösser sind als die der Unterseite. Ferner scheinen zwischen den einzelnen Sorten grössere oder geringere Unterschiede zu bestehen (z. B. „Imperator“ und „Gertrud“). Um diese aber genauer festzulegen, bedarf es einer grösseren Anzahl von Messungen, da die Zahlen bei ein und derselben Sorte innerhalb ziemlich weiter Grenzen liegen, z. B. Imperator (Oberseite) 367—469, Magnum bonum (Oberseite) 269—382 Zellen.

Bei jungen, noch wachsenden Blättern sind die Zellen nach der Spitze zu grösser als an der Basis, weil die letzteren als die jüngeren noch nicht ihre volle Grösse erreicht haben. So zählte ich in einem Falle — junges Blatt (2,3 : 1,9 *cm*) der Sorte Magnum bonum — oberseits an der Spitze 431, an der Basis 993 Zellen auf 1 *qmm* und unterseits 717 bzw. 2432, in einem anderen Fall — älteres, aber noch nicht ausgewachsenes Blatt der Sorte Imperator — oberseits an der Spitze 391, an der Basis 563 Zellen. Je weiter das Wachstum fortschreitet, desto mehr verwischen sich diese Unterschiede. Bei völlig ausgewachsenen Blättern fand ich keine mehr, jedenfalls keine regelmässigen Unterschiede. Dies Ergebnis steht im Widerspruch mit den Feststellungen von PAULMANN (1915), der bei verschiedenen Arten eine regelmässige Abnahme der Zellengrösse von der Basis zur Spitze beobachtete und aus diesen wie aus anderen charakteristischen Unterschieden folgerte, dass die Blattspitze eine Tendenz zum „Sonnenblatt“, die Basis eine solche zum „Schattenblatt“ habe.[1]) Vielleicht nimmt *Solanum tuberosum* eine Sonderstellung ein. Wahrscheinlich aber hängt mein abweichendes Ergebnis damit zusammen, dass PAULMANN gleichmässig beleuchtete Blätter auswählte, während das von mir untersuchte Material unter unbekannten und vermutlich ungleichmässigen Lichtverhältnissen herangewachsen war.

Von der Blattmitte nach dem Rande zu nimmt die Grösse der Epidermiszellen in der Regel ab.

Die verschiedenen Blättchen ein und desselben Blattes verhalten sich im wesentlichen gleich. Insbesondere fand ich die von PAULMANN[2]) bei *Juglans regia*, *Rhus typhina* u. a. Arten mit gefiederten Blättern beobachtete Abnahme der Zellengrösse vom untersten Fiederblättchen bis zum Endblättchen bei unserer Pflanze nicht bestätigt.

Die Nervenepidermis ist auf der Ober- und Unterseite ungefähr gleich dick. Die Zahlen schwanken (bei der Sorte Alma) von 12—36 μ. Als Durchschnittswerte für die Mitte des Hauptnerven ergeben sich unterseits meistens 20—24 μ, oberseits 21—26 μ.

Die Breite der Zellen ist von ihrer Höhe kaum verschieden (12—40 μ). Die Länge kann bis zu 360 μ betragen und die Breite um das 3—16fache übertreffen. Die Durchschnittswerte bewegen sich zwischen 120 und 210 μ.

---

[1]) PAULMANN, S. 251.

[2]) Derselbe, S. 242 ff.

Die Mafse der Zellen nehmen mit der Stärke der Nerven ab und nähern sich bei den feineren Verzweigungen mehr und mehr den für die gewellten Epidermiszellen der Spreite gefundenen Zahlen.

Zellwandung.

Die Aussenwände der Epidermiszellen sind dicker als die übrigen Wände. Auf der Blattoberseite wurden 1,5—3 μ gegenüber 1—2,2 μ gemessen, auf der Unterseite 1—1,5 μ bzw. 0,5—0,7 μ. Am grössten ist die Verdickung bei den Zellen der Nervenepidermis: 3—5 μ bzw. 1—2,5 μ.

Die Aussenwand keilt sich in die Seitenwände aus; wie diese besteht sie aus Zellulose und sondert sich in mehrere Schichten von ungleichem Lichtbrechungsvermögen.

Kutikula.

Auf die Zelluloseschichten folgt nach aussen hin, von ihnen scharf abgesetzt, die Kutikula, die sich lückenlos über die ganze Epidermis hinzieht. Ihre Dicke ist verschieden. Im allgemeinen etwa 0,5—0,8 μ dick, schwillt sie stellenweise auf 1—3 μ an. Diese Anschwellungen rühren von körnchenartigen Einlagerungen her, die sich nach aussen mehr, nach innen weniger stark vorwölben. Die Körnchen erscheinen in der Aufsicht punktförmig oder als kleine Kreise und Ovale von bis 3 μ Durchmesser. Sie sind auf den Nerven, besonders in deren mittleren, am weitesten vorgewölbten Teilen, sehr zahlreich, entweder unregelmässig verteilt oder zu kleinen Längsreihen oder Gruppen zusammengedrängt, auf der eigentlichen Spreite dagegen spärlich. Dieser Unterschied kommt auf Querschnitten dadurch zum Ausdruck, dass die Kutikula hier einen ziemlich geradlinigen, auf den Nerven jedoch einen zackigen Verlauf nimmt. Am Eingang der Spaltöffnungen verdickt sich die Kutikula zu kleinen Vorsprüngen und bewirkt so die Entstehung eines „Vorhofes". Sie lässt sich hier an den Radial- und Innenwänden der Schliesszellen in abnehmender Dicke mehr oder weniger weit verfolgen; auf der Innenseite der Nachbarzellen und der an die Atemhöhle grenzenden Parenchymzellen ist sie dagegen nicht mehr festzustellen.

Inhalt.

Was den Inhalt der Epidermiszellen betrifft, so ist darüber nichts Besonderes zu bemerken. Protoplasma und Kern sind vorhanden, Chlorophyllkörner fehlen. Auch Kristalle habe ich nirgends gefunden.

Die bei manchen Sorten, sei es in der Regel oder ausnahmsweise, vorkommende Rotfärbung der Blätter, namentlich des Blattgrundes wird meist durch einen im Zellsaft der Pallisaden gelösten Farbstoff hervorgerufen. Zuweilen sind es aber auch die Epidermiszellen, in denen die rote Farbe ihren Sitz hat.

Deckhaare.

Die Epidermis trägt, wie schon SCHACHT[1]) erwähnt, zwei Arten von Haaren, die wir mit FEDDE[2]) als Deck- und Drüsenhaare unterscheiden

---

[1]) SCHACHT 1854, S. 7.

[2]) FEDDE 1896, S. 7—8; VESQUE 1885, S. 299.

wollen. Die ersteren haben vorzugsweise den Zweck, die Transpiration herabzusetzen, während die letzteren als Exkretionsorgane dienen.

Die Deckhaare — de Vries[1]) nennt sie Borstenhaare — stehen gerade von der Blattoberfläche ab oder sind ihr leicht zugebogen, niemals aber anliegend. Sie sind fadenförmig, nach Sorauer[2]) pfriemenförmig unverzweigt und aus 1—7 Zellen zusammengesetzt, die fast stets in einer Reihe hintereinander liegen (Abb. 5, a—c). Nur in seltenen Fällen finden sich im unteren Teile des Haares 2 Zellen nebeneinander (Abb. 5, d).

Die Endzelle ist kegelförmig mit mehr oder weniger abgerundeter Spitze, die übrigen Zellen abgestumpft-kegelförmig bis zylindrisch. Die Seitenwände verlaufen gerade oder sind etwas aus- oder eingebogen, an den senkrecht zur Längsachse gerichteten Querwänden oft etwas eingeschnürt.

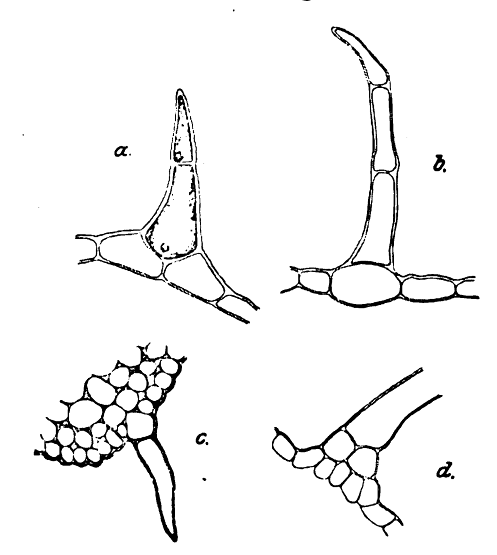


Abb. 5. Deckhaare: a und b von der Blattoberseite, c vom Blattnerven, d unterer Teil eines Deckhaares. (Vergr. a—c 100, d 60.)

Die Länge der Haare ist sehr veränderlich. Die kleinsten einzelligen messen 16 *μ*, die grössten etwa 1,5 *mm*. Am häufigsten sind Längen von 0,25—0,75 *mm*. Ganz kurze Haare finden sich an jungen Blättern natürlich überall, an älteren vorwiegend am Rande[3]) und auf den letzten Nervenzweigen.

Die Breite der Haare an der Basis ist gleichfalls sehr verschieden; es wurde 0,016 bis 0,115 *mm* gemessen.

Die längeren Haare sind in der Regel auch breiter und bestehen aus mehr Zellen.

Die Breite der einzelnen Zellen nimmt von unten nach oben allmählich ab, in vielen Fällen auch die Länge, so dass die unterste Zelle gleichzeitig die längste, die Spitzenzelle die kürzeste ist. Doch kommt auch der umgekehrte Fall vor, oder die Verteilung der verschiedenen Längen ist eine ganz regellose.

Der Fuss der Haare besteht aus 1—10 besonders gestalteten Epidermiszellen. Sie sind $1^1/_3$ bis 2 mal, zuweilen 3 mal so hoch wie die benachbarten Epidermiszellen. Manchmal erscheinen sie aus der Ebene

---

[1]) de Vries 1878, S. 614.

[2]) Sorauer 1868, S. 162.

[3]) Nach Colle (1910) sollen die Haare nach der Blattspitze zu kurz und einzellig, in weiterer Entfernung von derselben länger und mehrgliedrig sein. Ich habe diese Regel nicht bestätigt gefunden.

der Epidermis nach aussen gedrängt und bilden dann eine deutliche Erhebung. Ihre Aussenwände sind mehr oder weniger vorgewölbt und wie die Seitenwände in stärkerem Maſse verdickt. Von der Fläche gesehen, sind die Umrisse im Gegensatz zu den übrigen Epidermiszellen meist gerade oder gebogen (vgl. Abb. 1), seltener, besonders auf der Blattunterseite (vgl. Abb. 2) gewellt. Auf den Nerven sind die Fusszellen der Haare ihren Nachbaren entweder gleich oder kürzer und breiter, und oft ohne Streckung in der Richtung des Nerven (Abb. 4).

Die Membran der Haare ist unten 2—8 μ dick und wird nach oben zu allmählich dünner (bis auf 1,5—2 μ). Im allgemeinen sind die grösseren Haare auch derbwandiger. Die Haare der Blattunterseite stehen in dieser Hinsicht durchweg hinter denen der Oberseite zurück, indem ihre Membran nur 2—5 μ dick wird.

Die Kutikula ist stark gekörnelt, so dass die Oberfläche der Haare „chagriniert“ aussieht.[1]

In ihrer Jugend sind die Haare dicht mit Protoplasma gefüllt (Abb. 5a); später entstehen Vakuolen in demselben. Man findet aber auch in älteren, vollständig ausgewachsenen Haaren fast immer noch Plasmareste. Selten nur sind sie von Luft erfüllt. Nach de Vries[2]) lassen sich in den Haarzellen leicht Protoplasma-Strömungen beobachten.

Die Dichtigkeit der Behaarung hängt in hohem Maſse von dem Alter des Blattes und von den Bedingungen ab, unter denen es sich entwickelt hat. Die Bildung der Haare beginnt nach de Vries[3]) sehr frühzeitig. Sobald die Anlage des jungen Blattes deutlich kegelförmig geworden ist und sich nach innen zu krümmen anfängt, erscheinen auf der Aussenseite des Kegels die ersten Haare. Die Innenseite folgt etwas später. So entstehen 2 mediane Längsreihen von Haaren, die sich später auf der Ober- und Unterseite der Hauptrippe wiederfinden. Zwischen ihnen stülpen sich die zunächst unbehaarten Spreitenhälften hervor. Es werden anfangs nur Deckhaare gebildet; erst wenn die Spreite des Endblättchens bereits deutlich ist, erkennt man auch Drüsenhaare. Bei der weiteren Entfaltung des Blattes schreitet die Bildung der Haare von unten nach oben fort. Nach dem Hauptnerven erhalten die Seitennerven ihre Behaarung, schliesslich die eigentliche Spreite zwischen den Nerven. Das Wachstum der Haare ist bereits abgeschlossen, bevor die innere Differenzierung des Blattes beendet ist. Bei einer Gesamtlänge des Blattes von 1 *cm* ist die Behaarung am dichtesten.[4]) Streckt es sich dann, so nimmt die Dichtigkeit ab, da zwischen den vorhandenen Haaren keine neuen gebildet werden. Im ausgewachsenen Zustand ist das Blatt daher nur noch mit zerstreuten Haaren bedeckt.

---

[1]) Vgl. Sorauer 1868, S. 162, 167 und de Vries 1878, S. 606.
[2]) Vgl. de Vries 1878, S. 606.
[3]) a. a. O. S. 614.
[4]) de Vries, a. a. O. S. 614.

In welchem Mafse die Dichtigkeit des Haarkleides durch das Wachsen des Blattes herabgesetzt wird, das hängt offenbar von den äusseren Bedingungen während der Phase der Streckung ab. Diese Bedingungen können für verschiedene Pflanzen, ja für verschiedene Blätter derselben Pflanze ungleich sein. Es liegt daher auf der Hand, dass die Dichtigkeit, wenn man sie zahlenmässig durch Abzählen der durchschnittlich auf 1 *qmm* der Blattfläche entfallenden Haare festlegen will, sich als eine sehr veränderliche Grösse erweist. Ich habe viele Zählungen vorgenommen in der Hoffnung, zwischen gesunden und blattrollkranken Pflanzen oder verschiedenen Sorten charakteristische Unterschiede aufzufinden, bin aber zu keinem brauchbaren Ergebnis gekommen.

Nur bezüglich der Verteilung der Haare auf die beiden Blattseiten lassen sich aus den erhaltenen Zahlen einige Schlüsse ziehen. In allen Fällen erwies sich die untere Spreite (zwischen den Nerven) als stärker behaart. Oben kommen bis zu 12, unten bis zu 20 Deckhaare auf 1 *qmm* vor. Die Durchschnittszahlen für einzelne Blätter bewegen sich zwischen 2—7 bzw. 4—13. Das Verhältnis der für die Ober- und Unterseite gefundenen Dichtigkeitswerte war in den meisten Fällen etwa 1 : 2; als Grenzwerte ergaben sich 1 : 1,2 und 1 : 5.

Bei diesen Zählungen wurden Epidermisstücke aus der Mitte des Blattes bevorzugt. Da aber zwischen dieser und den übrigen Teilen des Blattes keine wesentlichen Unterschiede bestehen, ist eine solche Beschränkung nicht unbedingt notwendig.

Die Behaarung der Nerven ist wesentlich von ihrer Stärke abhängig. Die feineren Nervenzweige sind dichter behaart, als die gröberen, gewöhnlich auch dichter als die Spreite. Der Hauptnerv ist basalwärts, namentlich auf der Unterseite, weniger dicht mit Haaren bedeckt. Am grössten ist die Dichte auf dem Randnerv. Dem unbewaffneten Auge fällt das allerdings nicht auf, da es sich fast ausschliesslich um kurze, einzellige Haare handelt. Aber die Zählung unter dem Mikroskop ergibt, dass hier durchschnittlich 30—60 Haare auf 1 *qmm* kommen.

Drüsenhaare.

Die Drüsenhaare[1]) setzen sich aus einem zylindrischen oder abgestumpft-kegelförmigen Stiel und dem kugeligen, ellipsoidischen oder birnenförmigen Köpfchen zusammen. Der Stiel besteht aus einer einzigen oder (selten) 2—3 übereinander liegenden Zellen, hat einen Durchmesser von 14—26 μ und erreicht eine Länge von 100 μ. Das Köpfchen ist in der Jugend einzellig und teilt sich später durch Scheidewände, die meist parallel und senkrecht zur Längsachse, seltener schräg verlaufen, in 3—10 Zellen. Sie ordnen sich in 2—3 Lagen von je 1—4 Zellen an; die unterste, an den Stiel grenzende Lage enthält meistens 1—2, die oberen in der Regel 2—4 Zellen. Die Breite des Köpfchens schwankt von 24 bis 50 μ, die Länge von 36—60 μ.

---

[1]) Vgl. SORAUER 1868, S. 162, 167; DE VRIES 1878, S. 232, 606.

Die Membran des Stieles ist dünn, die der Köpfchenzellen aussen etwas stärker, die Kutikula glatt und dünner als bei den Deckhaaren (wie bei allen Solanaceen).[1])

Die Zellen der Epidermis, von denen sich die Drüsenhaare ableiten, zeigen keine besonderen Eigentümlichkeiten; nur zuweilen sind sie etwas höher und kleiner als die Nachbarzellen. Die Haare sitzen stets nur einer einzigen Zelle auf, von der sie durch eine gerade Querwand abgegrenzt sind.

Die Drüsenhaare entwickeln sich später als die Deckhaare, nach DE VRIES[2]) erst, wenn die Spreite des Endblättchens bereits deutlich erkennbar ist. Sie sind weit vergänglicher als die Deckhaare. Schon auf noch nicht ausgewachsenen Blättern ist ein grosser Teil zusammengeschrumpft oder abgefallen. Die noch turgeszenten Haare enthalten in ihren Köpfchenzellen ausser dem Protoplasma einen homogenen, gelblichen bis bräunlichen Stoff, der sich in Schwefelsäure nicht löst. Diesem Sekret sollen die Solanaceen überhaupt ihren eigentümlichen widerlichen Geruch (nach FEDDE[3]) verdanken. SORAUER[4]) fand in den Drüsenhaaren junger Triebe fast immer würfelförmige Aleuronkristalle, besonders an kurzen, kräftigen, auf trocknem Boden erwachsenen Trieben. Ich selbst habe derartige Kristalle nicht beobachtet und lasse dahingestellt, ob das mit den äusseren Bedingungen, mit dem Alter der Pflanzen oder mit Sorteneigentümlichkeiten zusammenhängt. Die Stielzellen verlieren ihren plasmatischen Inhalt frühzeitig.

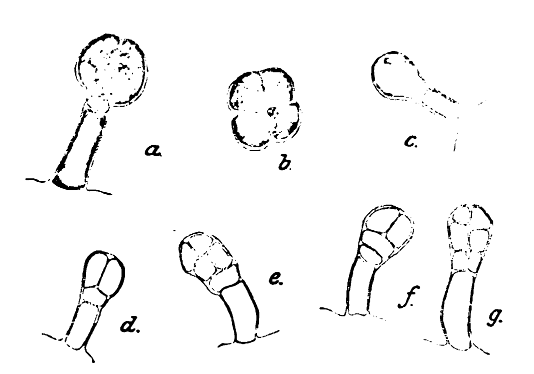


Abb. 6. Drüsenhaare (Vergr. 160). a und b Sorte Imperator (jung); c Sorte Alma (sehr jung); d—g Sorte Alma (verschiedene ältere Entwicklungsstadien); b Querschnitt die übrigen Abb. Längsschnitte.

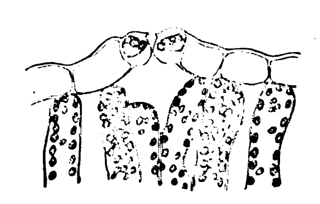
Auf jungen Blättern sind die Drüsenhaare ziemlich zahlreich; ihre Dichtigkeit kommt der der Deckhaare gleich oder übertrifft sie sogar. Ausgewachsene Blätter tragen nur noch spärliche Haare. In der Regel entfallen 1—4 auf 1 *qmm*, selten mehr, höchstens 8. Wie bei den Deckhaaren ist auch hier die Dichte bedeutenden Schwankungen ausgesetzt. Als allgemeine Regel lässt sich nur angeben, dass die untere Spreite dichter behaart ist als die obere (Verhältnis 1,1 : 1 bis 5 : 1, meistens etwa 2 : 1) und dass die feineren Verzweigungen der Nerven, besonders auf der Oberseite, mehr Haare tragen, während sie auf den stärkeren Nerven, besonders auf deren Unterseite, spärlich sind oder ganz fehlen. Der Blattrand weist gleichfalls nur vereinzelte Drüsenhaare auf.

---

[1]) Vgl. FEDDE 1896, S. 10.
[2]) a. a. O. S. 614.
[3]) a. a. O. S. 10.
[4]) SORAUER 1868, S. 177/8 und S. 176.

Spaltöffnungen.

Spaltöffnungen finden sich auf beiden Seiten des Blattes, sowohl zwischen als auch auf den Nerven. Von der Fläche gesehen, haben die Schliesszellen die bekannte bohnenförmige Gestalt. Im Querschnitt sind sie abgerundet-dreikantig (Abb. 7 a). Das Lumen ist in der Mitte am grössten und verengt sich allmählich nach beiden Enden zu. Die Innenwand hat eine ziemlich gleichmässige Dicke von 3—4,5 μ, während die Aussenwand ungefähr an ihrem höchsten Punkte am dünnsten (oft dünner als bei benachbarten Epidermiszellen) ist und sich nach innen und der Spalte zu auf 3—4 μ verdickt. Beide tragen längs der Spalte verlaufende leistenförmige Vorsprünge, die einen stets deutlichen Vorhof und einen weniger deutlichen Hinterhof abgrenzen. Die Seitenwände sind nicht oder nur wenig verdickt. Die eine ist nach der Spalte zu konvex vorgewölbt, die andere (an die benachbarten Epidermiszellen grenzende) gerade oder ausgebuchtet (nach der Spalte zu konkav). Die letztere konvergiert mit der entsprechenden Seitenwand der anderen Schliesszelle nach innen.



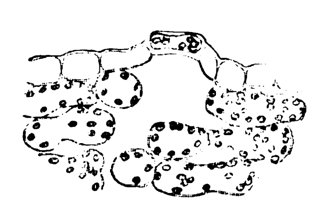


Abb. 7. Spaltöffnungen, a von der Blattoberseite, b von der Blattunterseite. In b ist eine der Schliesszellen längsgetroffen. (Vergr. 250.)

Die Kutikula zieht sich, wie schon oben erwähnt, von der Aussenwand über die Seiten der Spalte mehr oder weniger weit an der Innenwand der Schliesszellen entlang. Über den äusseren Leisten pflegt sie sich etwas zu verdicken, nach innen wird sie allmählich dünner.

An die Schliesszellen grenzen 2—5 Epidermiszellen, die nach Form und Inhalt meist keine Besonderheiten zeigen, so dass man sie nicht als „Nebenzellen“ im Sinne von DE BARY[1]) bezeichnen darf. Nur bisweilen sind sie (namentlich auf den Nerven) kleiner als ihre Nachbarn.

Die Schliesszellen liegen mit den Epidermiszellen in einer Ebene oder treten etwas aus derselben hervor, besonders auf der Blattunterseite und den Nerven. In bezug auf die Höhe gleichen sich beide, oder die Schliesszellen sind um ein weniges bis zu $^1/_3$ und $^2/_5$ niedriger. Gemessen wurden auf der oberen Spreite 12,5—14 μ, unten 10—11,5 μ, auf den Nerven 14—15,2 μ.

Unterhalb der Spaltöffnungen finden sich mehr oder weniger ausgedehnte Interzellularräume. Besonders das Schwammparenchym ist hier sehr locker, indess die Pallisadenzellen nur wenig zurücktreten.

Die Länge der Schliesszellen schwankt — am ausgewachsenen Blatt — zwischen 22 und 54 μ, ihre Breite von 7,5—16,5 μ. Im Durchschnitt

[1]) a. a. O., S. 41.

sind sie auf der Oberseite etwas grösser als auf der Unterseite; die grössten finden sich auf den Nerven. So ergaben sich bei „Alma" folgende Mittelwerte in Mikron:

	oben	unten	auf den Nerven
Länge	43,1	35,3	47,5
Breite	10,3	9,5	12,7

Die Länge des Spaltes macht ungefähr $^2/_3$ der Länge der Schliesszellen aus; seine — in der Mitte gemessene — Breite wechselt natürlich nach Massgabe äusserer Bedingungen, geht aber wohl selten über 6,5 μ hinaus. Als Durchschnittswert ergab sich bei „Alma" 3,3 μ. Dem würde als mittlere Grösse der offenen Spalte, als Ellipse berechnet, oberseits 0,0000746 *qmm*, unterseits 0,0000611 *qmm* entsprechen.

Die Spaltöffnungen werden schon frühzeitig, bald nach der Entstehung der ersten Haare, angelegt. Ihre Bildung[1]) beginnt damit, dass sich eine Epidermiszelle, deren Radialwände noch nicht gewellt sind, in eine grössere und eine kleinere Zelle teilt. Die Trennungswand verläuft in der Regel bogenförmig und setzt sich an 2 der benachbarten Zellen an (Abb. 8a, b, auch f). Die kleinere stets plasmareiche Zelle teilt sich dann noch einmal (selten zweimal), wobei die neue Scheidewand senkrecht auf der ersten steht, und liefert so neben einer den übrigen gleichwerdenden Epidermiszelle die wiederum durch reicheren Inhalt ausgezeichnete Mutterzelle der Schliesszellen (Abb. 8c—f). Durch eine letzte Teilung entstehen die beiden Schliesszellen und durch Spaltung der Scheidewand, die von der Mitte gegen die Enden fortschreitet, die eigentliche Spaltöffnung (Abb. 8f—i). Mit fortschreitender Spaltung vergrössern sich die Schliesszellen, besonders in der Längsrichtung,[2]) bis die volle Grösse erreicht ist (Abb. 8k).

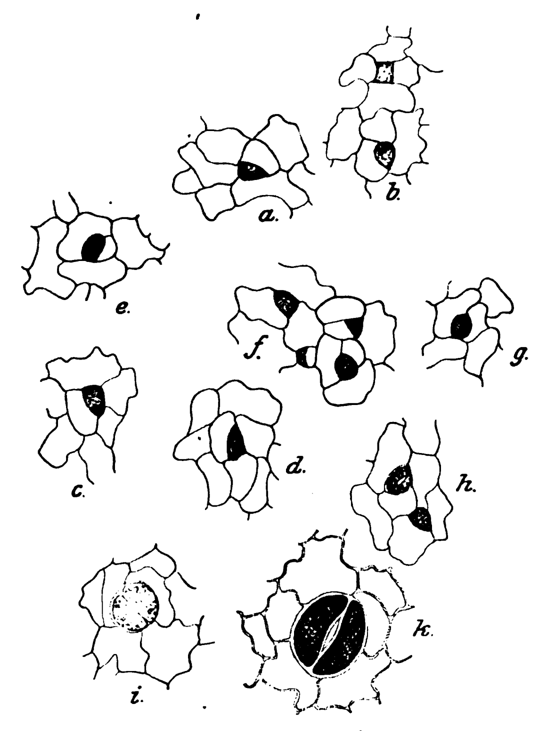


Abb. 8. Entwicklung der Spaltöffnungen. Sorte „Magnum bonum." Sämtliche Teilabb. 250 fach vergr.

In benachbarten Teilen der Epidermis erfolgt die Entwicklung nicht gleichzeitig. Man findet vielmehr alle Stadien von eben sich anlegenden

[1]) Vgl. Vesque 1885, S. 300 und Fedde 1896, S. 28.

[2]) Vgl. Weiss 1864, S. 179.

bis zu fertigen Spaltöffnungen dicht beieinander, solange die Blätter jung sind. Es entspricht der Wachstumsweise des Blattes, dass an der Spitze des jungen Blattes die fertigen, an der Basis die noch nicht ausgebildeten Spaltöffnungen überwiegen. Wenn das Blatt ein bestimmtes Alter erreicht hat — die Blättchen können bereits einige (2—3) *cm* gross sein — werden keine neuen mehr angelegt. Während der Streckung und vollen Entfaltung rücken die Spaltöffnungen natürlich auseinander. Ihre Dichtigkeit, d. h. die Zahl der auf 1 *qmm* entfallenden, muss also abnehmen, bis das Blatt seine endgültige Grösse erreicht hat. An einem *jungen* Endblättchen von „Magnum bonum“ (2,3 : 1,9 *cm*) zählte ich nahe der Basis unterseits 353, oberseits 178 Spaltöffnungen auf 1 *qmm*, nahe der Spitze 212 bzw. 112. In einem andern Falle (2 : 2,1 *cm*) waren die Zahlen 270; 129 und 208; 98. Bei einem *ausgewachsenen* Blatt (6 : 3,7 *cm*) derselben Sorte ergaben sich dagegen an der Basis 117; 17, an der Spitze 93; 5 Spaltöffnungen. In welchem Grade die Dichtigkeit der Spaltöffnungen bis zum Abschluss des Wachstums abnimmt, hängt natürlich von äusseren Bedingungen ab. Sie ist daher nicht nur auf verschiedenen Entwicklungsstufen, sondern auch bei völlig ausgewachsenen Blättern sehr verschieden.

CZECH[1]) fand auf der Oberseite der Blätter keine, auf der Unterseite 263 Spaltöffnungen auf 1 *qmm*, MORREN (nach WEISS[2]) 0—2 bzw. 263, während DE VRIES[3]) 10—20 bzw. 230 zählte. Meine eigenen Zählungen ergeben sehr variable Werte, wie aus folgender Tabelle hervorgeht. Die Tabelle zeigt gleichzeitig, dass zwischen gesunden und gerollten Blättern keine durchgreifenden Unterschiede bestehen.

Tabelle 1.

Sorte:		Gesunde Blätter		Gerollte Blätter	
		Einzelwerte	Mittelwert	Einzelwerte	Mittelwert
Magnum bonum	oben	19, 35, 26, 26, 3	22	16, 13, 13, 6	12
	unten	192, 212, 166, 171, 168	182	120, 115, 111, 115	115
Alma	oben	30, 46, 21, 42, 34	35	66, 59, 26, 35, 29	43
	unten	181, 157, 134, 127, 129	146	181, 172, 143, 150, 147	159
Imperator	oben	42, 43, 27, 48, 19, 42	37	25, 28, 19, 4, 20	19
	unten	232, 209, 175, 181, ?, 216	203	229, 196, 185, 182, 194	199
Wohltmann	oben	43, 66, 58, 46, 63	55	45, 35, 25, 25	32
	unten	108, 141, 136, 113, 132	126	187, 157, 180, 168	173
Unika	oben	46, 62, 41, 30, 27	41	34, 44, 24, 46, 24	34
	unten	203, 208, 225, 188, 190	203	145, 200, 140, 176, 205	173
Frühe Rose	oben	21, 14, 16	17	26, 18, 35	26
	unten	135, 103, 134	124	120, 121, 180	140
Kaiserkrone	oben	24, 10	17	24, 17	21
	unten	149, 117	133	112, 94	103

[1]) Bot. Zeitg. 1869, S. 842.
[2]) a. a. O. S. 190.
[3]) a. a. O. S. 606.

Was die Verteilung der Spaltöffnungen auf die einzelnen Teile des Blättchens betrifft, so sind folgende, nur selten eine Ausnahme erleidende Regeln festzustellen:

1. Die Nervenepidermis trägt nur vereinzelte Spaltöffnungen. Auf der Unterseite fehlen sie oft auf zentimeterlangen Strecken völlig; wo sie vorhanden sind, liegen sie vorwiegend in dem Winkel zwischen Nerv und Spreite und stets über Stellen, an denen der normalerweise unter der Epidermis liegende Collenchymring durch parenchymatische grüne Zellen unterbrochen ist. Auf der Oberseite der Nerven sind die Spaltöffnungen etwas zahlreicher (1—10 auf 1 *qmm*); sie finden sich immer an den Flanken des vorspringenden Nervs, wo sich das Mesophyll etwas in ihn hineinzieht.

2. Die Spreite hat, wie übrigens schon SCHACHT[1]) hervorhebt, oberseits weniger Spaltöffnungen als unterseits. Oben wurden 2—67, unten 93—232 auf 1 *qmm* gezählt. Das Verhältnis dieser Zahlen an ein und demselben Blatt liegt zwischen 1 : 2 und 1 : 56; am häufigsten sind die Verhältnisse 1 : 4 bis 1 : 7.

3. Nach der Spitze und dem Rande des Blättchens zu nimmt die Zahl der Spaltöffnungen ab, wenn auch oft nur in geringem Grade. Beispiele für den Unterschied zwischen Basis und Spitze enthält die Tabelle 2. Am Rande zählte ich bei „Alma“ durchschnittlich 11, bei „Gertrud“ 7 Spaltöffnungen.

Tabelle 2.

Sorte	Oberseite			Unterseite		
	Basis	Mitte	Spitze	Basis	Mitte	Spitze
Magnum bonum, gesund	36	21	20	194	173	146
„ „ „	27	32	18	179	192	127
„ „ rollend	17	16	5	117	123	93
Alma, gesund	49	—	36	120	—	135
„ „	28	30	44	134	133	119
„ rollkrank	32	32	24	159	146	137
„ „	32	—	39	153	—	146
Imperator, gesund	29	30	23	167	179	179
„ „	40	38	20	—	—	—
„ rollend	5	2	3	186	182	178
Wohltmann, gesund	63	—	54	152	—	120
„ „	51	46	42	130	104	106
„ rollkrank	24	25	25	214	167	159
Gertrud, gesund	27	—	19	102	—	98
	33	—	21	—	—	—

[1]) SCHACHT 1854, S. 7.

Mesophyll.

Zweiteilung.

Das Blatt ist bifazial gebaut, d. h. das Mesophyll[1]) gliedert sich in Pallisaden- und Schwammparenchym. In der Regel ist letzteres etwas stärker entwickelt als ersteres. Der Mesophyllquotient (Länge der Pallisaden : Dicke des Schwammparenchyms) variiert zwischen 0,69 und 1,15, doch so, dass mittlere Werte von 0,75—0,85 überwiegen. Von den untersuchten Sorten hatte „WOHLTMANN“ die grössten Mesophyllquotienten: 0,97 bis 1,15. Im übrigen konnten weder zwischen den verschiedenen Sorten noch zwischen gesunden und gerollten Blättern wesentliche Unterschiede festgestellt werden.

Pallisaden.

Das Pallisadenparenchym[2]) besteht aus *einer* Zellschicht. Die Zellen sind zylindrisch, im Querschnitt kreisrund bis elliptisch und senkrecht zur Blattoberfläche gestreckt. Sie schliessen verhältnismässig dicht zusammen.

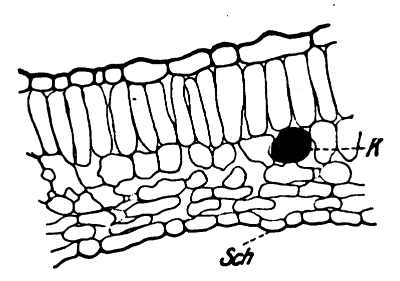


Abb. 9. Mesophyll (Vergr. 110). K Kristallzelle, Sch Schliesszelle einer Spaltöffnung.

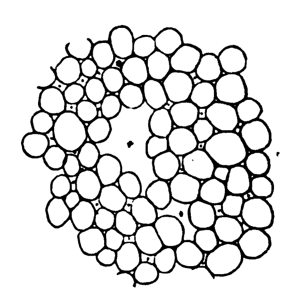


Abb. 10. Pallisadenparenchym Querschnitt (Vergr. 100). × Lufträume.

Die zwischen ihnen verbleibenden Luftspalten, je nach der Zahl der angrenzenden Zellen 3—5kantig, sind nur schmal, meistens ihrer ganzen Länge nach gleich weit, zuweilen aber auch von wechselnder Weite, indem die Seiten an einer oder mehreren Stellen auseinander weichen bzw. zusammenstossen (vgl. Abb. 9). Unterhalb der Spaltöffnungen treten die Pallisaden etwas zurück, so dass zwischen ihnen und der Epidermis eine kleine „Atemhöhle“ entsteht. Die oberen Enden der Zellen sind hier nicht selten verschmälert.

In der unmittelbaren Nähe der Nerven verwischt sich der Charakter des Pallisadenparenchyms mehr oder weniger. Die Zellen werden kürzer, z. T. isodiametrisch, und verlieren oft ihre radiale Anordnung. Soweit die Nerven sich auf der Blattoberseite stärker vorwölben, setzt sich die Pallisadenschicht — etwa bis zur halben Höhe — in den Vorsprung hinein fort (vgl. Abb. 13). Auch hier sind die Zellen nur noch zum Teil

[1]) Abbildungen bei HIMMELBAUR 1912, S. 31, 36—39 (wenig sorgfältig) und SCHACHT 1854, Tafel V, Abb. 8.

[2]) Vgl. DE VRIES 1878, S. 606; COLLE 1910, S. 53; HIMMELBAUR 1912, S. 35.

pallisadenartig gestreckt. Über den feinsten Verzweigungen der Nerven zeigt das Pallisadenparenchym keine Besonderheiten, allenfalls ist seine Höhe etwas geringer als in der Umgebung.

Die einzelnen Zellen haben dünne Zellulosewandungen, denen Tüpfel jeder Art fehlen. Sie enthalten einen protoplasmatischen Wandbeleg, in dem ausser dem Kern zahlreiche Chlorophyllkörner liegen. Letztere sind kugelig bis eiförmig, im Durchmesser 3—8 (10) μ gross, oft so dicht gelagert, dass sie sich gegenseitig polygonal abplatten und das Plasma zwischen ihnen nur wie ein feinfädiges Netz erscheint. In üblicher Weise nehmen sie vorwiegend die Radial-(Längs-)wände der Pallisaden ein, während die oberen und unteren Querwände spärlich besetzt sind. Der Zellsaft ist gewöhnlich farblos; bei rötlich verfärbten Blättern oder Blattteilen enthält er einen roten Farbstoff (Anthocyan) gelöst. Calciumoxalat-Kristalle habe ich in den Pallisadenzellen nicht gefunden.

Ihre Abmessungen sind sowohl bei verschiedenen als auch an ein und demselben Blatt sehr ungleich. Im ganzen bewegt sich ihr Durchmesser zwischen 12 und 45 μ, ihre Länge von 45—140 μ, wobei die in der Nachbarschaft der Nerven gelegenen nicht mit in Betracht gezogen sind. Das Verhältnis der Breite zur Länge schwankt von 1 : 2 bis 1 : 8. Die durchschnittliche Länge nimmt dicht am Blattrande, der geringeren Blattdicke entsprechend, ab, von der Basis zur Spitze des Blättchens in der Regel, wenn auch nur wenig, zu (vgl. Tabelle 3, S. 181).

In diesem Punkte decken sich also meine Ergebnisse mit denen PAULMANNS[1]). Es wäre daraus zu schliessen, dass auch bei der Kartoffel die Blattspitze Sonnenblatt-, die Basis Schattenblattcharakter hat. Das Pallisadengewebe ist eben in besonders hohem Grade von den Beleuchtungsverhältnissen abhängig.

Im Zusammenhang hiermit wird die grosse Variabilität der Pallisadenlänge verständlich, wie sie die weiter unten gegebenen Zahlentabelle veranschaulicht.

Schwammparenchym.

Das Schwammparenchym setzt sich aus 3—5 Schichten[2]) von Zellen mannigfacher Form zusammen. Es finden sich alle Übergänge von einfachen, rundlichen oder zylindrischen Zellen bis zu sternartig verzweigten. Durchweg überwiegen in den oberen, an die Pallisaden angrenzenden Schichten die einfachen Formen, während in den untersten Schichten die Armzellen am deutlichsten ausgeprägt sind. Die Zellen der obersten Reihe vermitteln den Übergang zu den Pallisaden; sie sind meist stumpf-kegelförmig bis zylindrisch, von fast geraden Wänden begrenzt, oder rundlich, dazu mehr oder minder deutlich in der Richtung der Pallisaden gestreckt, niedriger als diese, aber höher als die unter ihnen liegenden Parenchym-

[1]) a. a. O. Seite 252.

[2]) DE VRIES (a. a. O. Seite 607) gibt 5—6 Schichten an, fügt aber hinzu, dass die Zahl nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterliegt. HIMMELBAUR (1912, S. 35) hat 5 bis 7 Zellenlagen gezählt.

zellen. Sogenannte Sammelzellen, die in Trichterform mehreren Pallisaden aufsitzen[1]), habe ich nur ganz vereinzelt gesehen. Die Zellen der übrigen Reihen haben keine einheitliche Form: Teils rundlich, teils mit eingebuchteten Wandungen, teils mit 3—7 armartigen Fortsätzen versehen, sind sie parallel der Blattoberfläche gestreckt. Die „Arme“ können sehr verschieden lang und breit sein; immer stossen sie mit ihren Enden aufeinander und umschliessen so mehr oder weniger weite Lufträume. Wie die Armzellen von oben nach unten hin an Zahl zunehmen, so werden auch die von ihnen (zu 3—5) begrenzten Interzellularen in dieser Richtung grösser. Am grössten sind sie unmittelbar über den Spaltöffnungen.

In der Nähe der Nerven finden sich nur wenig Armzellen; es überwiegen rundliche bis eiförmige Zellen (vgl. Abb. 13). Dementsprechend sind die Lufträume kleiner. Das Schwammparenchym verliert hier seine Eigenart in demselben Maſse wie das Pallisadenparenchym, so dass die Grenze zwischen beiden mehr oder weniger verwischt wird.

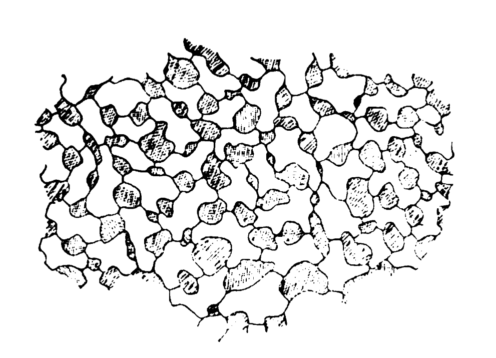


Abb. 11. Schwammparenchym, Querschnitt (Vergr. 100). Die Interzellularräume sind schraffiert.

Die Zellmembranen sind dünn und glatt. Der Zellinhalt besteht aus plasmatischem Wandbeleg, Kern, Chlorophyllkörnern und Zellsaft. Letzterer ist an etwaigen Rotfärbungen des Blattes in gleicher Weise beteiligt wie der der Pallisaden (s. o.). Die Chlorophyllkörner sind viel weniger zahlreich und dicht gelagert, als dort. Nicht selten treten Zellen mit Kalziumoxalat auf, besonders in den obersten Schichten des Schwammparenchyms (vgl. Abb. 9). Sie haben rundliche oder längliche Form oder etwas eingebuchtete Wandungen, aber niemals eigentliche Armfortsätze, und sind mit Kristallsand angefüllt, dem einzelne tetraedrische Kristalle beigemischt sind.

Die Abmessungen der einzelnen Zellen sind sehr verschieden. Grenz- und Mittelwerte dafür anzugeben ist bei der grossen Mannigfaltigkeit ihrer Formen, die sich nicht vergleichen, teilweise garnicht nicht richtig ausmessen lassen, zwecklos. Brauchbare Zahlen erhält man nur, wenn man die Gesamthöhe des Schwammparenchyms auswertet. Es ergeben sich für verschiedene Blätter, auch von Pflanzen gleicher Sorte, sehr verschiedene Werte, als deren Extreme etwa 60 μ und 190 μ gelten können. Diese grosse Variationsbreite erklärt sich in gleicher Weise wie bei der Pallisadenlänge durch die Ungleichheit der äusseren Entwicklungsbedingungen. Schwache Beleuchtung und feuchte Luft begünstigen bekanntlich die Ausbildung des Schwammparenchyms.

---

[1]) Vgl. die Abbildungen von FRANK und KRÜGER!

An ein und demselben Blättchen nimmt die Dicke nach dem Rande zu ab, auch die Zahl der Zellschichten reduziert sich hier auf 2—3. Von der Basis nach der Spitze hin wird das Schwammparenchym meistens (vgl. Tabelle 3) etwas dicker. PAULMANN[1]) beobachtete bei seinen Pflanzen eine regelmässige Abnahme der Dicke. Da andererseits die Länge der Pallisaden zunimmt, vergrössert sich der Mesophyllquotient von der Basis zur Spitze merklich, zuweilen auf das Doppelte oder Dreifache. Bei der Kartoffel liegen die Verhältnisse anders. Pallisaden- und Schwammparenchym nehmen beide an Dicke zu (infolgedessen natürlich auch die Gesamtdicke des Blattes), während der Mesophyllquotient sich nur unwesentlich oder garnicht ändert. Das Mesophyll zeigt also ebensowenig auffallende Strukturunterschiede zwischen Basis und Spitze wie die Epidermis. Ich lasse es dahingestellt, ob das durch eine geringe Empfindlichkeit des Kartoffelblattes gegenüber den Beleuchtungsverhältnissen bedingt ist oder ob der Einfluss des Lichtes infolge störender Mitwirkung anderer Faktoren nicht zur Geltung kommt.

Tabelle 3.

Sorte	Gesamtdicke		Länge der Pallisaden		Dicke des Schwammparenchyms		Mesophyllquotient	
	Basis	Spitze	Basis	Spitze	Basis	Spitze	Basis	Spitze
Magnum bonum, gesund	219[2])	235	75	91	109	112	0,69	0,81
	238	269	91	105	112	128	0,81	0,82
	218	229	82	85	102	108	0,80	0,79
Magnum bonum, rollkrank	214	220	80	77	102	111	0,78	0,69
	214	215	78	79	104	100	0,75	0,79
	212	227	77	84	101	111	0,76	0,76
Wohltmann, gesund	209	209	85	84	83	91	1,02	0,92
	201	195	82	83	83	78	0,99	1,06
Wohltmann, rollkrank	217	271	96	113	83	122	1,15	0,93
	258	248	109	107	112	105	0,98	1,02
Imperator, gesund	212	233	82	88	100	113	0,82	0,78
	196	240	71	91	96	113	0,73	0,80
Imperator, rollkrank	153	190	61	67	67	89	0,91	0,75
	158	175	55	58	74	84	0,74	0,69
Alma, gesund	193	223	67	78	95	98	0,70	0,79
	190	221	70	83	89	108	0,79	0,77
Alma, rollkrank	323	290	117	113	168	136	0,69	0,84
	280	273	115	118	115	117	1,00	1,01

Blattnerven.

Verlauf.

Die Nervation der Blätter folgt dem netzadrigen Typus.[3]) Der durch die Mitte des Blattes ziehende Hauptnerv bildet die Fortsetzung des Stieles.

[1]) PAULMANN, S. 252.
[2]) Die Zahlen der 6 ersten Spalten sind als μ zu lesen.
[3]) Vgl. DE VRIES S. 604.

Er gibt nach beiden Seiten Seitennerven ab, deren Dicke verschieden, aber stets geringer als die des Hauptnerven ist. Sie bilden mit letzterem einen nach oben spitzen Winkel, verlaufen schwach bogenförmig nach dem Rande und der Spitze hin und verzweigen sich ihrerseits fiederig oder (am Rande) gabelig. Am Rande (Abb. 12) verbinden sich die Seitennerven erster und zweiter Ordnung bogenartig miteinander, so dass ein System von nach aussen konvexen Bogen entsteht, das dem Blatte einen wirksamen Schutz gegen Einreissen gewährt. Seitennerven dritter und höherer Ordnung sind mit blossem Auge in der Regel nicht zu erkennen, da sie sich auf der Unterseite des Blattes nicht mehr deutlich vorwölben, sie lassen sich aber nach Ausziehung des Chlorophylls unter dem Mikroskop bis zu den feinsten Enden verfolgen. Sämtliche Nerven sind miteinander verbunden. Schon für das blosse Auge teilt sich so die Blattfläche in eine grosse Anzahl polygonaler Netzmaschen. Innerhalb der grossen Maschen liegen kleinere, und innerhalb der kleinsten findet man die zarten Nervenverbindungen und freie Enden. Unmittelbar am Rande verläuft ein sympodialer Strang, der die wenigen dickeren und zahlreichen dünnen Zweige in sich aufnimmt. Zwischen diesem „Randnerven" und dem Rande sind keine frei endigenden Zweige festzustellen. Das Kartoffelblatt gehört also dem mittleren der drei, von de Bary[1]) unterschiedenen Typen an.

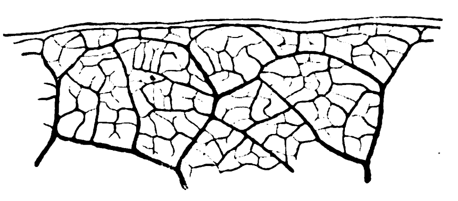


Abb. 12. Nervatur am Blattrand (ca. 10fach vergrössert).

Form.

Die Nerven springen auf der Unterseite mehr oder minder stark aus dem Blattgewebe vor. Im Querschnitt erscheint die Vorwölbung von einem Kreisbogen begrenzt, der je nach der Dicke des Nerven einem grösseren oder kleineren Sektor entspricht (er kann bis zu $^3/_4$ eines ganzen Kreises ausmachen). Der Vorwölbung gegenüber, auf der Oberseite findet sich eine nicht immer deutliche Einsenkung, von deren Grunde sich ein schmaler, oben abgerundeter Kamm[2]) erhebt. Beide Erhebungen nehmen an Höhe ab, je feiner die Nerven werden, also mit fortschreitender Verzweigung und Annäherung an den Rand, bis schliesslich zunächst der obere Kamm und späterhin die untere Wölbung verschwinden.

Grösse.

Die Ausmessungen der Nerven sind natürlich in den verschiedenen Teilen des Systems sehr verschieden. Die gesamte Dicke des Hauptnerven an der Blattbasis, vom höchsten Punkte des Kammes bis zum tiefsten der Vorwölbung gemessen, ist, wenn man von den ganz kleinen Blättchen

[1] Vgl. Anatomie der Vegetationsorgane, S. 316.
[2]) Von de Vries (S. 607) „Leiste" genannt.

(kürzer als 1 *cm*) absieht, 0,7—2,28 *mm*. Sie übertrifft damit die Dicke der Spreite, die von 0,14—0,32 *mm* variiert, um das 5—12fache, je nach der Grösse des Blattes, dem Alter, den Entwicklungsbedingungen usw. Der Querdurchmeser des unteren Wulstes liegt zwischen 0,63 und 2,00 *mm*; er ist fast stets kleiner als der Höhendurchmesser. Der Kamm wird 0,08 bis 0,56 *mm* hoch und macht meist den 3.—5., gelegentlich den 6.—8. Teil der gesamten Höhe (Dicke) des Nerven aus. Sämtliche Maſse nehmen von der Basis nach der Spitze, dem Rande und den Nervenden hin allmählich ab, bis schliesslich die Dicke des Nerven gleich der der Spreite wird und weiterhin bis zu den Enden auf immer kleinere Werte herabgeht.

Anatomische Gliederung.

Wie Form und Grösse, so ändert sich auch der anatomische Bau[1]) mit der Stärke der Nerven. Ein Querschnitt durch den Hauptnerven (Abb. 13) zeigt folgende Gliederung: In der Mittef inden sich die Gefässbündel zu einem nach oben offenen Bogen vereinigt. Sie liegen meistens dicht nebeneinander, nur hier und da durch Streifen parenchymatischen Gewebes deutlich getrennt, und lassen sowohl oberseits als auch unterseits vom Gefässteil je einen Siebteil erkennen. Dieser bicollaterale Bau ist bekanntlich eine durchgehende Eigentümlichkeit der Solanaceen.[2]) Der Bogen der Gefässbündel ist allseitig von farblosem, grosszelligem Parenchym, dem sogen. Nervenparenchym, umgeben. Es erreicht unten eine Mächtigkeit von 4—8, an den Flanken (zwischen Gefässbündeln und dem Mesophyll der Blattspreite) von 1—2 Schichten. Die innerste dieser Schichten ist an der Unterseite des Bogens als „Stärkescheide" ausgebildet. Nach aussen geht das Nervenparenchym in Kollenchym über, das besonders im Kamm[3]) stark entwickelt ist. Die Zahl der Schichten beträgt hier 4—11, während die vorgewölbte Unterseite nur 1—3 aufweist. Das Kollenchym grenzt seinerseits an die einschichtige Epidermis. Nur an einzelnen Stellen schieben sich 1—2 Lagen dünnwandiger, chlorophyllhaltiger Zellen dazwischen. In der unteren Hälfte des Kammes fehlen kollenchymatische Verdickungen. Das farblose Parenchym grenzt hier unmittelbar an die chlorophyllhaltigen Zellen, die wie oben bereits erwähnt, das Pallisadengewebe des Mesophylls fortsetzen.

Der im Vorstehenden geschilderte Bauplan der Nerven erfährt mit fortschreitender Verzweigung und Annäherung an den Rand allmählich eine Vereinfachung. Je feiner die Nerven werden, desto kleiner wird die Zahl der Gefässbündel und desto mehr verringert sich die Mächtigkeit des Nervenparenchyms wie des Kollenchyms. Der geringeren Höhe des Kammes entsprechend geht die Zahl der oberen Kollenchymschichten bis auf eins zurück; sie füllen dann nicht nur die obere Hälfte, sondern nach und nach

[1]) Vgl. DE VRIES, S. 607—608.
[2]) Vgl. VESQUE 1875, S. 125, PETERSEN 1882, S. 382, POMRENKE 1892, SOLEREDER 1885 SCHLEPEGRELL 1892 und FEDDE 1896, S. 18.
[3]) Das Kollenchym der Oberseite wird schon bei SORAUER 1868, S. 169 erwähnt.

unter Verdrängung des Nervenparenchyms und der Ausläufer des Mesophylls den ganzen Kamm aus. Etwa gleichzeitig mit dem Kamm verschwinden die letzten Spuren kollenchymatischer Verdickungen, so dass das obere Nervenparenchym unmittelbar an die Epidermis grenzt. Inzwischen (vgl.

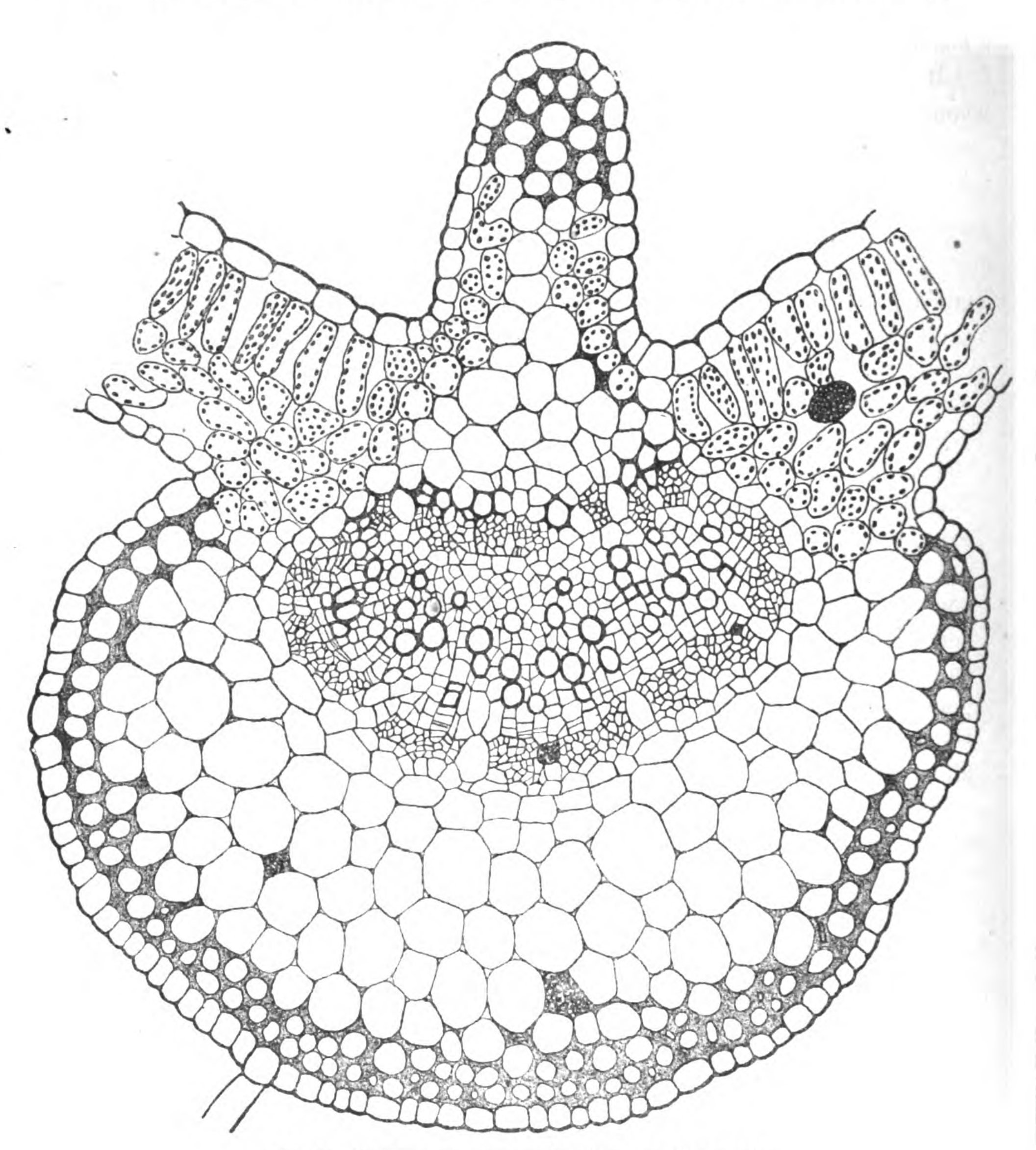


Abb. 13. Querschnitt durch einen Blattnerv (Vergr. 125).

Abb. 14) hat sich das Kollenchym der Unterseite auf eine Schicht reduziert, das Parenchym auf 2—3. Bei weiterer Verdünnung der Nerven flacht sich die untere Vorwölbung mehr und mehr ab; das Kollenchym wird immer weniger ausgeprägt, indem zunächst die einwärts gelegenen, dann auch die auswärts gelegenen Kantenverdickungen der Zellen zurücktreten. Wenn der Nerv

in die Blattspreite zurückgenommen wird, weist er zwischen Gefässbündel und Epidermis nur noch dünnwandige, farblose Parenchymzellen auf.

Im weiteren Verlaufe bleibt von den letzteren nur noch eine Schicht nach, die als Parenchymscheide das immer kleiner werdende Gefässbündel bis zu den blinden Enden begleitet. Zwischen diese und die Epidermis schiebt sich oben das Pallisadengewebe, unten das Schwammparenchym. Die feinsten Zweige des Nervensystems sind also vollständig vom Mesophyll umschlossen.

Subepidermale Chlorophyllzellen.

Von der Epidermis der Nerven war bereits oben die Rede. Es wurde dort erwähnt, dass ihre spärlichen Spaltöffnungen stets über solchen Stellen liegen, an denen der Kollenchymmantel durch dünnwandige, chlorophyllhaltige Zellen unterbrochen ist. Diese letzteren bilden oben eine zusammen-

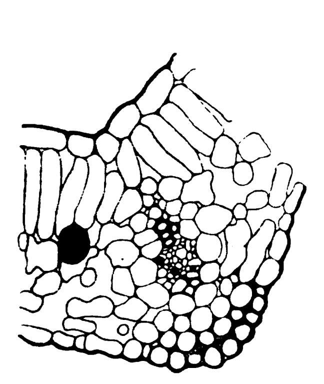


Abb. 14. Querschnitt durch einen Seitennerv dritter Ordnung (vergr. 110).

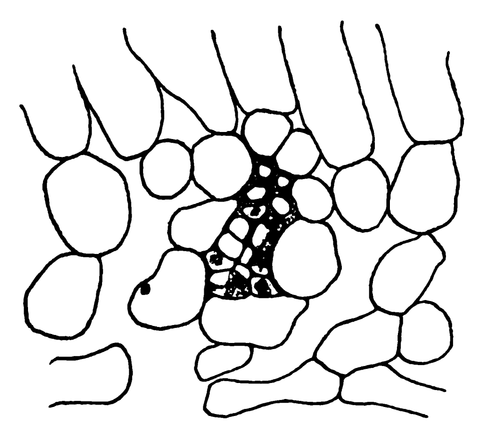


Abb. 15. Kleines, von Mesophyll umschlossenes Gefässbündel (Vergr. 320).

hängende, an das Pallisadenparenchym anschliessende Schicht,[1] die sich an beiden Seiten des Kammes entlang zieht und anfangs etwa die halbe Höhe des Kammes einnimmt, um später bei der Reduktion desselben allmählich zurückzutreten. Auf der Unterseite des Nerven treten chlorophyllführende Zellen nur in vereinzelten Nestern auf. Sie sind wie die des Schwammparenchyms rundlich oder von unregelmässiger Form und verhältnismässig locker miteinander verbunden. Ihre weiten Interzellularräume stehen mit den engeren des Nervenparenchyms in Verbindung, so dass durch die Spaltöffnungen ein Gasaustausch von innen nach aussen und umgekehrt stattfinden kann.

Kollenchym.

Das Kollenchym[2]) besteht aus zylindrischen bis prismatischen Zellen, die in regelmässigen Längsreihen angeordnet und lückenlos verbunden sind.

[1]) de Vries erwähnt sie noch nicht.

[2]) Vgl. de Vries, S. 608.

Sie gehen bekanntlich aus langgestreckten, beiderseits spitz zulaufenden Zellen durch Querteilung hervor; die mittleren der so entstandenen Zellen haben oben und unten horizontale, die Endzellen oben oder unten schräge Grenzwände.[1]) Die vertikalen Längswände sind ungleichmässig, in der für das Kollenchym kennzeichnenden Weise verdickt, die Querwände dünn. Die verdickten Kanten bilden je nach der Zahl der hier zusammenstossenden Zellen meistens 3- oder 4seitige Prismen mit geraden oder nach innen konkaven Wänden. Der Übergang in den unverdickten Teil der Zellwand kann allmählich oder plötzlich sein.

Das Kollenchym erreicht im Kamm eine Gesamtdicke von bis 310 μ, auf der Unterseite bis 110 μ. Sie nimmt von der Basis an um so mehr ab, je feiner die Nerven werden, was nach dem oben Gesagten ohne Weiteres verständlich ist. Die lichte Weite der einzelnen Zellen schwankt zwischen 6 und 50 μ und ist an der Basis des Blattes durchschnittlich grösser als an der Spitze und dem Rande. Messungen an einer Reihe verschiedener Blätter ergaben als häufigste Mittelwerte (für die Blattbasis) 20—35 μ. Die Länge der Zellen beträgt an der Basis 90—320 μ und nimmt spitzenwärts in stärkerem oder schwächerem Grade ab.

Die Kollenchymzellen enthalten spärliche und kleine Chlorophyllkörner, die in dem protoplasmatischen Wandbeleg eingebettet sind. Ablagerungen von Kalziumoxalat und Reservestärke fehlen.

Nervenparenchym.

Die Zellen des Nervenparenchyms sind zylindrisch bis prismatisch und vorwiegend in der Richtung der Nerven gestreckt. Im Unterschiede vom Kollenchym finden sich hier zahlreiche, wenn auch enge Interzellulargänge. Die Wandungen weisen keine Verdickungen auf. Recht häufig sind Kristallzellen. Sie gleichen in ihrer Form den übrigen Zellen und führen zur Hauptsache „Kristallsand"; grössere Einzelkristalle sind nur selten erkennbar, Drusen habe ich nicht gefunden. Im übrigen ist der Zellinhalt farblos: Chloroplasten fehlen. Dagegen sind fast stets kleinere oder grössere Mengen von Stärkekörnern vorhanden, in denen hier die abwärts geleiteten Assimilate vorübergehend festgelegt werden (transitorische Stärke).

Das gilt in besonderem Maſse von der innersten Schicht des Nervenparenchyms, die an den Gefässbündelbogen grenzt. Sie ist stets stärkereicher als die übrigen Schichten; oft enthält nur sie nennenswerte Mengen und bei der im Dunkeln erfolgenden Entleerung des Blattes gibt sie die Stärke zuletzt ab. Ihre Zellen sind mehr oder weniger deutlich tangential abgeplattet, kürzer als die übrigen Parenchymzellen und lückenlos aneinander schliessend. Sie begleiten die Unterseite des Gefässbündelbogens und greifen meistens etwas um die Flanken herum, werden dagegen in der Mitte der Oberseite durch gewöhnliche Parenchymzellen verdrängt. Die Wandungen sind nicht verdickt oder verkorkt. Die Schicht wird daher

[1]) Vgl. DE BARY, S. 126.

am besten als „Stärkescheide" bezeichnet, wenn auch die alte Anschauung von einer Wanderung der Stärke als solcher heute nicht mehr zu Recht besteht.

Das Nervenparenchym erreicht unterseits ungefähr in der Mitte seine grösste Mächtigkeit. An der Blattbasis kann die Gesamtdicke grösser als 0,5 *mm* sein. Im weiteren Verlaufe der Nerven verringert sie sich allmählich, da die Zahl der Schichten wie die durchschnittliche Grösse der einzelnen Zellen abnimmt. In den Strängen höherer Ordnung reduziert sich das Nervenparenchym, wie bereits bemerkt, auf eine einzige Schicht, die das Gefässbündel allseitig umschliesst und bis zu seinem Ende begleitet. Diese „Leitscheide" nimmt die in den angrenzenden Mesophyllzellen gebildeten Kohlehydrate auf. Ihre Zellen sind in der Richtung der Gefässe gestreckt, im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt rundlich bis rechteckig oder auch den Schwammparenchymzellen ähnlich, an der dem Leitstrang

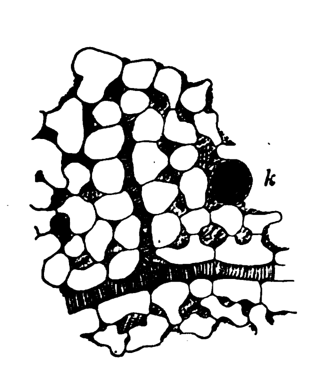


Abb. 16. Gefässbündelende (Vergr. 110). Die Interzellularräume sind schraffiert. k Kristallzelle.

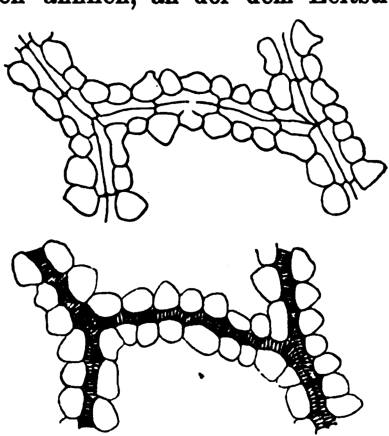


Abb. 17. Gefässbündelverbindung im Blatt a Siebteil, b Gefässteil (Vergr. 100).

abgekehrten Seite unregelmässig-gebuchtet. Sie enthalten spärliche Mengen von Chlorophyllkörnern und heben sich daher durch hellere Färbung von den benachbarten Zellen deutlich ab.

Was die Ausmessungen der einzelnen Zellen des Nervenparenchyms betrifft, so schwanken sie innerhalb weiter Grenzen. In ein und demselben Querschnitt findet man Zellen aller Grössen nebeneinander. Die innersten und äussersten Schichten enthalten im allgemeinen kleinere, die mittleren Schichten die grössten Zellen. An der Blattbasis beträgt der Durchmesser 16—150 μ, die Länge 60—350 μ. Nach der Spitze zu nimmt beides, namentlich der Durchmesser, ab. In einem Falle ergaben sich als Mittelwerte 73 μ für die Basis, 15 μ für die Spitze.

Gefässbündel.

Der Gefässbündelbogen setzt sich, wie schon erwähnt, aus mehreren, meist undeutlich geschiedenen Bündeln zusammen.[1]) Ihre Anzahl ist je

[1]) Vgl. de Vries, S. 607.

nach der Grösse der Blätter verschieden und nimmt vom Hauptnerven zu den Seitennerven[1]) ab, bis nur noch eins übrig bleibt. Jedes Bündel besteht aus einem Gefässteil, einem oberen und einem unteren Siebteil (intra- und extraxyläres Phloëm); den Übergang vermitteln unterseits einige, nicht immer deutlich ausgebildete Kambiumzellen, oberseits kleine polygonale Zellen, die sich vom angrenzenden Nervenparenchym kaum unterscheiden.

Die Elemente des Gefässteiles weisen oft (in stärkeren Nerven) eine radiale Anordnung auf. Neben parenchymatischen und noch nicht differenzierten Zellen findet man Gefässe und Fasertracheïden. In den unteren Teilen des Hauptnervs sind letztere meist deutlich ausgebildet, d. h. mit einer verdickten und verholzenden Membran und behoften Spaltentüpfeln versehen. In den Seitennerven werden sie bald undeutlich und sind schliesslich von Parenchymzellen nicht zu unterscheiden. Je grösser die Blättchen sind, desto weiter lassen sich die Fasertracheïden verfolgen. Die Gefässe zeigen in stärkeren Nerven alle auch im Blattstiel und im Stengel vorkommenden Membranverdickungen. Die ältesten unter ihnen — sie liegen nach der Seite des oberen Phloëms zu — sind Ring- oder Spiralgefässe, die jüngsten vorwiegend Tüpfelgefässe, die mittleren Netzfasergefässe. Verfolgt man die Gefässteile in den Seitennerven akropetal weiter, so werden die beiden letzteren Formen spärlicher und fehlen schliesslich ganz. Ring- und Spiralgefässe finden sich dagegen bis in die letzten Zweige der Nerven hinein.

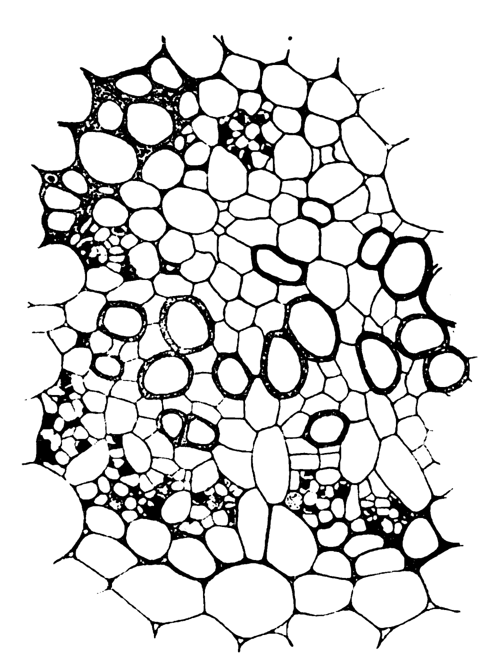


Abb. 18. Teil des Gefässbündelbogens (Flanke) im Hauptnerv (Vergr. 250)

Die Zahl der Gefässe nimmt mit der Grösse der ganzen Bündel fortgesetzt ab und geht an den Enden derselben auf 1—2 zurück (vgl. Abb. 16). Von dem Bau der einzelnen Elemente soll erst im Abschnitt über die Anatomie des Stengels eingehender berichtet werden.

Die Siebteile setzen sich aus Parenchymzellen, Siebröhren und Geleitzellen zusammen. Alle Zellen haben geringe Querdimensionen und dünne Wandungen und bilden daher auf Querschnitten leicht erkennbare, von der Umgebung deutlich abgesetzte Gruppen. Die oberen Siebteile

[1]) QUANJER, (1913) gibt auf Tafel VIII ein gutes Querschnittsbild von der Gefässbündelgruppe eines Seitennerven.

machen oft den Eindruck, als ob sie durch Teilung aus einer einzigen Zelle des Nervenparenchyms hervorgegangen wären. In stärkeren Nerven haben die aussen ans Phloëm grenzenden Zellen verdickte Wandungen, besonders bei den an der Oberseite und den Flanken des Gefässbündelbogens gelegenen Strängen. Die Verdickungen beschränken sich teils auf die Ecken, teils betreffen sie die Wände in der ganzen Ausdehnung, so dass die Zellen bald einen kollenchymatischen, bald einen sklerenchymatischen Charakter haben. In letzterem Falle sind sie wegen ihrer langgestreckten Form als „Bastfasern" zu bezeichnen. Die kollenchymatischen Verdickungen scheinen eine Vorstufe in der Ausbildung derselben zu bedeuten. Denn es lässt sich oft feststellen, dass die im unteren Teile des Hauptnerven vorhandenen typischen Bastfasern nach der Spitze zu und in den Seitennerven ganz allmählich durch kollenchymartige Zellen ersetzt werden. Zuweilen lassen sich die Fasern noch weit in den Seitennerven verfolgen, sie können aber auch bereits im Hauptnerv fehlen. In den feineren Nerven verschwinden die Verdickungen vollständig.

Das obere Phloëm ist stets weniger mächtig als das untere; in Seitennerven höherer Ordnung reduziert es sich auf einige wenige Parenchymstränge oder hört ganz auf.[1]) Das untere Phloëm lässt sich dagegen bis in die feinsten Zweige der Gefässbündel verfolgen. Dabei bleibt die Differenzierung der Elemente ziemlich lange deutlich erkennbar. Ich habe noch in Phloëmsträngen, die nur aus 10 Zellen bestanden, Siebplatten gefunden. Weiter nach den Enden hin reduziert sich dann auch das untere Phloëm auf wenige Züge von Parenchymzellen, die entweder die Gefässe bis zum Ende begleiten oder kurz vorher aufhören.

Die Ausmessungen der verschiedenen Elemente der Gefässbündel nehmen von der Basis nach der Spitze und dem Rande des Blattes zu ab. In kleineren Blättern sind sie geringer als in grösseren. Ein und derselbe Schnitt enthält Zellen der verschiedensten Grösse nebeneinander, da die Grösse auch vom Alter abhängt und im übrigen ziemlich variabel ist. Als Grenzwerte ergaben sich für grosse bis mittlere Blätter folgende Zahlen:

	Basis	Spitze
Durchmesser der Gefässe	8— 44 μ	6— 16 μ
Länge der Gefässglieder	120—360 „	50—140 „
Durchmesser der Siebröhren . . .	5— 15 „	4— 9 „
„ „ Geleitzellen . .	2— 8 „	2— 4 „
Länge beider	60—120 „	40— 80 „
Breite der Siebparenchymzellen .	6— 25 „	4— 10 „
Länge „ „ .	30—180 „	20—110 „

Blattstiel.

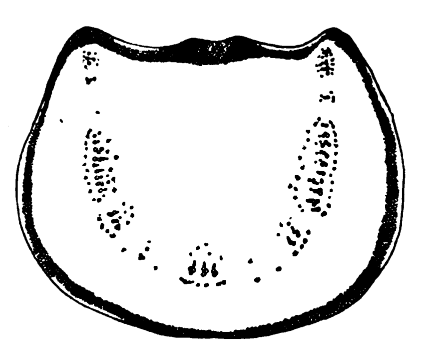
Die einzelnen Blättchen, von denen bisher die Rede war, sitzen an einem gemeinsamen Blattstiel. Das unpaare Endblättchen nimmt dessen Spitze ein, während die übrigen Blättchen mit längeren oder kürzeren,

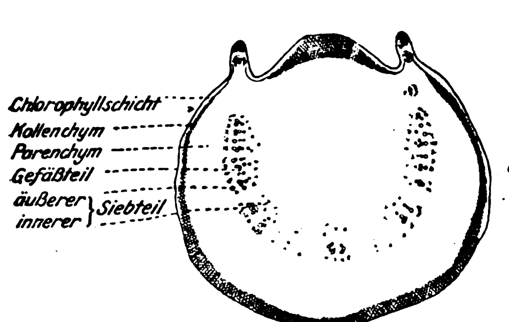
[1]) Vgl. Quanjer 1913, S. 60.

zuweilen sehr kurzen Stielen seitlich an ihm angeheftet sind. Die Seitenstiele stimmen in jeder Hinsicht mit dem obersten Ende des Hauptstieles überein, so dass wir unsere Betrachtung auf den letzteren beschränken können.

Form und Grösse.

Die äussere Gestalt und Grösse des Querschnitts ist in verschiedenen Teilen des Stieles etwas verschieden. Nahe dem Blattgrunde ist die Form ungefähr querelliptisch, d. h. der quere (horizontale) Durchmesser ist grösser als der senkrecht dazu gerichtete, oft doppelt so gross. Ersterer kann 10 *mm*, letzterer 7 *mm* Länge erreichen. Weiter oberhalb wird der Umriss allmählich kreisförmig, während sich gleichzeitig die Dimensionen verringern. Nach der Spitze zu ist die Form wiederum elliptisch, doch so, dass der vertikale Durchmesser der grössere ist.[1] Das gilt in gleicher Weise von dem oberen Ende des Hauptstieles





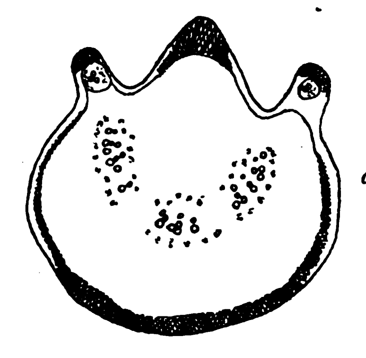


Abb. 19. Schematischer Querschnitt durch den Blattstiel, a aus dem unteren, b aus dem mittleren, c aus dem oberen Teil des Blattstieles.

wie von den Seitenstielen. Die beiden Durchmesser änderten sich in einem Falle folgendermassen:

Entfernung von der Basis:	0	60[2])	97	121	145	169
Vertikaler Durchmesser	4,5[2])	3,8	3	2,7	2	1,5
Horizontaler Durchmesser.	6,5	4,8	3,5	2,9	2	1,2

[1]) Colle (1910) ist dieser Unterschied anscheinend entgangen; er schreibt nur von dem „ungefähr elliptischen Querschnitt" des Blattstieles.

[2]) Sämtliche Zahlen in Millimetern.

Die Oberseite hat zwei[1]) längs verlaufende Rinnen, die in der Mitte des Stieles am tiefsten sind und nach dem Grunde zu allmählich flacher werden, um endlich zu verschwinden. Dadurch entsteht in der Mittellinie der Oberseite eine wulstförmige Erhebung und an den beiden Flanken je eine Leiste.[2]) Der mittlere Wulst ist am Blattstielgrund sehr niedrig, oft kaum zu erkennen, gelegentlich in seiner Mitte etwas eingesenkt; spitzenwärts nimmt seine Höhe zu (gemessen bis 0,8 *mm*), dann wieder ab; er geht schliesslich in den Kamm des Hauptnerven des Endblättchens über. Die beiden Leisten, die im Querschnitt als schräg aufwärts gerichtete, breite, oben abgerundete Vorsprünge erscheinen, haben eine wechselnde Höhe. Unterhalb der Stellen, an denen die Seitenstiele ansetzen, werden sie höher, oberhalb wieder niedriger, indem sie hier in die Leisten der Seitenstiele einmünden. Am Blattstielgrund flachen auch sie sich mehr oder weniger ab. Einige Millimeter oder Zentimeter über der Ansatzstelle des Stieles lehnen sich die vom Stengel aufsteigenden Leisten seitlich an die des Blattstieles an, so dass der Querschnitt hier beiderseits zwei Vorsprünge erkennen lässt.

Anatomische Gliederung.

Die anatomische Gliederung[3]) des Stieles ist der des Hauptnerven sehr ähnlich (vgl. Abb. 19 b). Zu äusserst sieht man im Querschnittt eine einschichtige Epidermis, darunter stellenweise chlorophyllreiches Parenchym, an anderen Stellen Kollenchym.[4]) Ersteres findet sich an den Rinnen der Oberseite und den Flanken in zusammenhängenden Schichten, die sich in der ganzen Länge des Stieles verfolgen lassen, nur am Grunde oft mit den undeutlich werdenden Rinnen verschwinden. Unterseits bildet das Chlorophyllparenchym nur vereinzelte Nester. Meist nimmt es eine, selten 2—3 Schichten ein. Eine grössere Mächtigkeit erreicht es dagegen in den flügelähnlichen Leisten, die es oft zum grössten Teile ausfüllt. Das Kollenchym ist an der Oberseite des Stieles am stärksten ausgebildet; der mittlere Wulst weist bis zu 12, die seitlichen Vorsprünge bis 10 Schichten auf. Sie grenzen hier nach aussen teils unmittelbar an die Epidermis, teils an das ebengenannte Chlorophyllparenchym. An der Unterseite beträgt die Zahl der Schichten höchstens 5, und zwar wird diese in der Mitte erreicht, während sie an den Flanken auf 1—2 herabgeht. Am Grunde des Stieles bildet das Kollenchym einen ringsum geschlossenen Mantel. In den mittleren Teilen oder jedenfalls am oberen Ende des Stieles ist er dagegen an den Stellen unterbrochen, wo sich die Leisten von der Hauptmasse des Stieles abzweigen.

Das Innere des Stieles ist mit dem farblosen Parenchym des Grundgewebes angefüllt und von dem System der Gefässbündel durchzogen. Die

---

[1]) Colle (1910) gibt nur *eine* Rinne an und übersieht den zwischen ihnen liegenden Wulst.

[2]) Von Colle „Höcker", von de Vries (S. 609) „Rippe" genannt.

[3]) Vgl. de Vries, S. 608/9. Ein schematisches Bild des Querschnitts gibt Schacht 1854 auf Tafel V, Abb. 9.

[4]) de Vries erwähnt nur das Kollenchym.

letzteren ordnen sich, ähnlich wie im Hauptnerv, zu einem nach oben offenen, halbkreis- bis U-förmigen Bogen. Die einzelnen Bündel drängen sich auch hier teilweise dicht aneinander, teilweise sind sie durch schmale oder breite Streifen vom Grundgewebe (primäre Markstrahlen) getrennt. In der Regel lassen sich drei grössere Gruppen[1]) unterscheiden, eine mittlere von wenigen (2—4) Bündeln und zwei seitliche von 3—12. Zwischen der mittleren und den beiden anderen Gruppen erkennt man im unteren Teile des Blattstieles deutlich eine wechselnde Zahl (2—10) von kleinen Bündeln. In den oberen Teilen ist diese Zwischenzone weniger deutlich oder gar nicht erkennbar, so dass hier der Bogen wie im Hauptnerven ungeteilt ist. Von dem eigentlichen Gefässbündelbogen deutlich getrennt verlaufen kleinere Gruppen (1—8) in den Leisten der Oberseite.[2])

Die mittlere Gruppe des Bogens durchläuft die ganze Länge des Blattstieles und mündet schliesslich in den Hauptnerv des Endblättchens ein. Die seitlichen geben Zweige für die grösseren Fiederblättchen ab und werden demgemäss nach der Spitze zu immer kleiner. Die Abzwei-

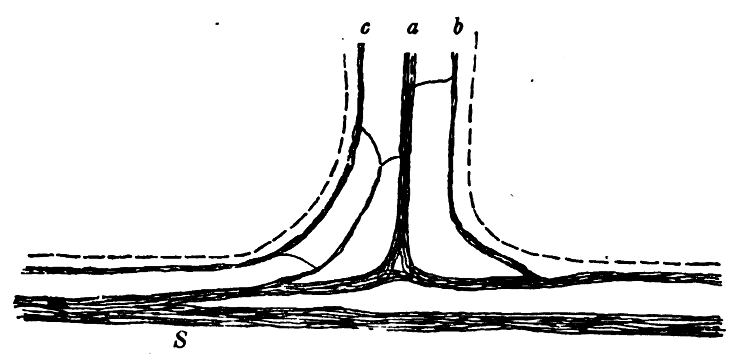


Abb. 20. Verzweigung der Gefässbünde am Stielansatz eines Blättchens.

gung vollzieht sich in der Weise, dass etwas unterhalb der Ansatzstelle des Blättchens (Abb. 20 bei S) ein Teil der Gefässbündel durch einen Parenchymstreifen von den übrigen abgegrenzt wird. Indem dieser Streifen sich verbreitert, wird der Strang immer mehr zur Seite gedrängt. Er tritt in die hier anschwellende Leiste des Stieles ein und gibt dann kurz nacheinander einen grösseren (a) und 1—2 kleinere Stränge (b) in den Stiel des Blättchens ab, während der Rest in der Leiste des Hauptstieles weiterzieht. Der abgezweigte grosse Strang geht durch die Mitte des Seitenstieles weiter, die kleineren in der spitzenwärts gelegenen Leiste desselben. Die basalwärts gelegene Leiste nimmt die bis dahin in der Leiste des Hauptstieles verlaufenden Gefässbündel (c) auf. Der Stiel des Blättchens bekommt auf diese Weise wenigstens 3 deutlich getrennte Gruppen von Gefässbündeln, deren Anordnung der im Hauptstiel entspricht. Bei den kleineren Blättchen sind die Verhältnisse insofern abweichend, als für sie kein besonderer

[1]) Vgl. DE VRIES, Seite 608 und COLLE. Auch SCHACHT (Taf. V, 9) und QUANJER (1913, Taf. IX, 3) deuten in ihren schematischen Abbildungen die Dreiteilung an.

[2]) Vgl. DE VRIES, S. 609.

Zweig von dem Gefässbündelbogen abgeteilt wird; sie werden vielmehr an die Stränge der Leisten angeschlossen. Meist treten auch hier 3, seltener 2 getrennte Zweige in das Blättchen ein.

Die Gefässbündel der Leisten grenzen oft teilweise oder allseitig an Chlorophyllparenchym, während die Hauptgruppe ringsherum von Grundgewebe umgeben sind. Das Grundgewebe entspricht, soweit es unterhalb des Gefässbündelbogens liegt, dem „Rindenparenchym" des Stengels, soweit es oberhalb liegt, dem „Mark". Da die Gewebeverteilung im Blattstiel und Stengel, wie sich noch zeigen wird, weitgehend übereinstimmt, dürfte es sich empfehlen, die beiden Bezeichnungen schon in diesem Abschnitt zu benutzen. Das Rindenparenchym umfasst, je nach der Dicke des Stieles, 4—8 Zellschichten in der Mitte, 2—6 an den Seiten. Das Mark ist be-

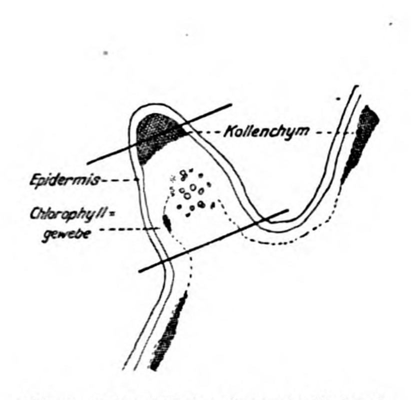


Abb. 21. Schematischer Querschnitt durch eine der flügelartigen Leisten des Blattstieles (Vergr. 40). Das abgegrenzte Stück ist in Abb. 22 stärker vergrössert dargestellt.

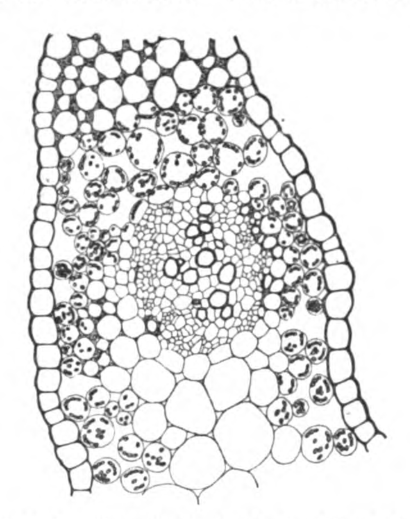


Abb. 22. Querschnitt durch eine Blattstielleiste (vgl. Abb. 21) (Vergr. 100).

deutend stärker entwickelt; es lassen sich zwischen den „inneren" Phloëmsträngen und dem Kollenchym des mittleren Wulstes bis zu 30 Zellschichten zählen.

Die innerste Schicht des Rindenparenchyms ist als „Stärkescheide" ausgebildet. Sie zieht sich wie im Hauptnerven an der Unterseite des Gefässbündelbogens entlang bis zu dessen seitlichen Enden oder greift etwas um diese herum. Die in den Leisten verlaufenden Stränge haben ihre besondere Stärkescheide auf der von den Rinnen abgewandten Seite, oder sie fehlt ihnen und wird durch eine Leitscheide vertreten, wie wir sie von den kleineren Gefässbündeln der Blattnerven her kennen.

Epidermis.

Über die Beschaffenheit der einzelnen Gewebearten können wir uns kurz fassen, da die Verhältnisse beim Blattstiel nicht wesentlich anders liegen als bei den Nerven. So sind die Epidermiszellen auch hier im Querschnitt abgerundet-viereckig und im Längeschnitt 4—6eckig. In der

Richtung des Stieles gestreckte Zellen überwiegen bei weitem; nur in den Rinnen der Oberseite sind nahezu isodiametrische und unregelmässig orientierte häufig. Die Dicke der Epidermis ist im allgemeinen auf der Ober- und Unterseite gleich gross (20—40 μ). Nur dicht an der Ansatzstelle des Stieles pflegt sie oberseits grösser zu sein, manchmal um 10—20 μ. Diese höheren Zellen sind gleichzeitig auffallend schmal und haben eine dünnere Aussenwand, was besonders in der Mitte zu bemerken ist, wo sich der Blattstiel mit dem aus der Achsel entspringenden Seitenspross berührt. — Länge und Breite schwanken innerhalb weiter Grenzen. Es wurden Werte zwischen 30—350 μ und 16—75 μ gefunden, wobei das Verhältnis der beiden Dimensionen von 1 : 1 bis 1 : 15 variierte. Die Zellen der Oberseite sind durchweg kürzer, oft auch breiter als die der Unterseite (Maximum 280 und 75 μ gegenüber 350 und 56 μ). Beiderseits nimmt die durchschnittliche Länge vom Grunde zur Spitze des Stieles zu.

Die Spaltöffnungen und ihre Nachbarzellen zeigen beim Stiel dieselben Besonderheiten wie bei den Nerven. Sie sind hier nur etwas grösser; die Schliesszellen werden 40—64 μ lang, 10—16 μ breit, während die Länge des Spaltes zwischen 20 und 40 μ liegt. Ihre Verteilung ist ziemlich ungleichmässig. Verhältnismässig am zahlreichsten finden sie sich in den Rinnen der Oberseite und an den Flanken, wo 5—15 auf 1 *qmm* kommen.[1]) Äusserst spärlich dagegen sind sie in der Mitte der Unterseite und an den Vorsprüngen der Oberseite, oft fehlen sie dort gänzlich. Dieser Unterschied hängt offenbar mit der Verteilung des Kollenchyms und des Chlorophyllparenchyms zusammen. Spaltöffnungen kommen nur an solchen Stellen vor, an denen sich unter der Epidermis lockeres Parenchym statt des dichten Kollenchyms ausbreitet. In Übereinstimmung damit nimmt die Zahl der Spaltöffnungen nach der Basis des Stiels hin, je mehr das Kollenchym sich verstärkt und zu einem Ringe schliesst, ab.

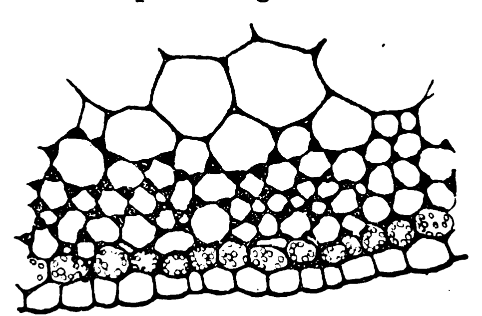


Abb. 23. Epidermis, Chlorophyllschicht und Kollenchym des Blattstieles (Vergr. 100)

Die Behaarung ist im allgemeinen spärlich. Namentlich unterseits fehlen oft Deck- wie Drüsenhaare vollständig. An den Flanken sind sie etwas häufiger und oberseits relativ am häufigsten. Hier wurden 7—18 Deckhaare und 1—2 Köpfchenhaare auf dem Quadratmillimeter gezählt („Imperator“). Der Grund des Stieles ist meist ganz kahl; nach der Spitze zu wird das Haarkleid allmählich dichter.

---

[1]) De Vries (S. 609) fand hier keine Spaltöffnungen.

Chlorophyllparenchym.

Das Chlorophyllparenchym hat grosse Ähnlichkeit mit dem Schwammparenchym des Mesophylls. Die Zellen sind im Querschnitt rundlich bis elliptisch, während tangentiale Längsschnitte alle Übergänge von einfachen rechteckigen bis zu armförmig verzweigten Formen zeigen. Sie sind über wiegend in der Richtung des Blattstieles längsgestreckt, indem ihre Länge (bis 180 μ) die Breite (bis 60 μ) um das Mehrfache (bis 10fache) übertrifft. Da benachbarte Zellen sich nur auf engbegrenzter Fläche, die armförmig verzweigten nur mit den Enden der Arme berühren, ist das Gewebe reich an Interzellularen, welche die Verbindung der Atemhöhlen unter den Spaltöffnungen mit den Lufträumen des Blattstiel-Inneren herstellen.

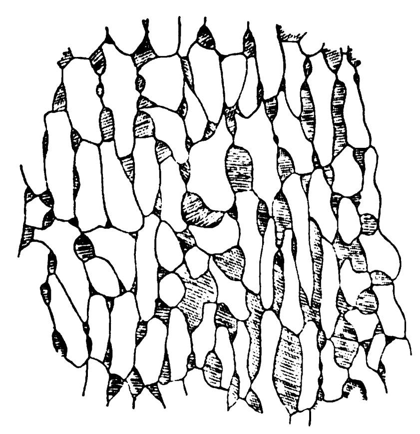


Abb. Subepidermales Chlorophyllgewebe des Blattstieles im Tangentialschnitt (Vergr. 100). Die Interzellularräume sind schraffiert.

Kollenchym.

Das Kollenchym ist an der Basis des Stieles am mächtigsten entwickelt. Es nimmt dort oberseits (Mitte) 7—12, unterseits (Mitte) 4—5 Schichten ein, deren Gesamtdicke bis 350 bzw. 220 μ erreichen kann. Nach der Spitze zu nimmt die Zahl und Dicke der Schichten allmählich ab. Am schwächsten entwickelt ist das Kollenchym an den Flanken (1—2 Schichten) und unter den Rinnen der Oberseite, im oberen Blattstiel fehlt es an diesen Stellen ganz. Die einzelnen Zellen sind wie die der Nerven gestaltet. Sie werden 90—455 μ lang und messen im Querschnitt 6—70 μ. Die grössten Durchmesser werden an der Stielbasis erreicht, wogegen der mittlere Durchmesser in den verschiedenen Teilen ungefähr der gleiche ist (meist 20—40 μ). In den Leisten überwiegen schmale Zellen, sonst finden sich überall grösste und kleinste nebeneinander. Die Kantenverdickungen sind stärker als in den Nerven, nach dem Zellinnern zu teilweise konvex, teilweise konkav oder geradlinig.[1]) Konkav sind sie

[1]) Vesque 1875, S. 104, unterscheidet 2 Typen von Kollenchym: einen wenig entwickelten, wo der Innenraum der Zelle deutlich zylindrisch bleibt und die (konkaven) Verdickungen gewissermassen nur die Stelle der gewöhnlichen Interzellularen einnehmen, und einen weiter entwickelten Typus, bei dem die (konvexen) Verdickungen nach innen vorspringen und eine Art „Säule" bilden. Nach Vesque kommt der zweite Typus gerade bei den Solanaceen in charakteristischer Ausprägung vor. Auch Fedde (S. 13) spricht nur von konvexen Verdickungen. Nach meiner Meinung lassen sich die beiden Formen des Kollenchyms nicht so scharf trennen. Sie sind durch Übergänge verbunden und treten nebeneinander an ein und derselben Pflanze auf. Da die konvexen Verdickungen oft stark verquollen aussehen und häufiger Spalten aufweisen, möchte ich sie als ältere Entwicklungsstadien, die konkaven dagegen als jüngere ansprechen.

besonders an den Stellen, wo das Kollenchym schwächer entwickelt ist, und — an der Basis — im mittleren Vorsprung der Oberseite. Die Verdickungen sind im Querschnitt drei- oder viereckig.[1]) Zu vergleichenden Messungen eignen sich die viereckigen am besten. Man erkennt dann leicht, dass ihr Querdurchmesser an der Spitze des Stieles durchschnittlich etwas geringer ist als an der Basis, in manchen Fällen auch oberseits geringer als unterseits. Letzteres wurde besonders an der Basis herabgebogener Stiele bemerkt, wo die Kanten oben bis 12 μ, unten bis 22 μ dick waren. Offenbar gewährt das obere Kollenchym in diesem Falle dem Stiele keine genügende Festigkeit mehr; er gibt dem Gewichte des Blattes nach und biegt sich nach unten.

Grundgewebe.

Das Grundgewebe gleicht im wesentlichen dem oben besprochenen Nervenparenchym. Die Zellen sind z. T. in der Richtung des Stieles gestreckt, z. T. isodiametrisch oder breiter als lang. Die Länge beträgt 30—420 μ, der Durchmesser in den unteren Teilen des Stieles 18—250 μ, am oberen Ende höchstens 175 μ, oft nur bis 140 μ. Ein und derselbe Querschnitt zeigt die grössten Zellen in der Mitte der Rinde und namentlich des Markes; in den äusseren und den, dem Gefässbündelbogen zu gelegenen Schichten überwiegen die kleineren. Die zwischen den Bündeln verlaufenden Radialreihen setzen sich ebenfalls vorwiegend aus kleineren, oft radial abgeplatteten Zellen zusammen und gehen oben und unten unmerklich in das Grundgewebe des Markes bzw. der Rinde über.

Die innerste (oberste) Schicht des Rindenparenchyms ist (vgl. oben) als Stärkescheide entwickelt und besteht demgemäss aus tangential abgeplatteten, kurzen, z. T. quergestreckten Zellen. Die Abmessungen liegen zwischen 20—70 μ (radial), 25—105 μ (tangential) und 35—155 μ (Länge).

In allen Teilen des Grundgewebes sind Kristallzellen nicht selten; sie enthalten wie in den Nerven hauptsächlich Sand, daneben Einzelkristalle.

Gefässbündel.

Die Gefässbündel[2]) sind, wie bereits erwähnt, von verschiedener Grösse. Die grösseren liegen in der Mitte und an den Enden des Bogens und bilden in der Regel drei mehr oder minder geschlossene Gruppen; die kleineren finden sich zwischen diesen[3]) in einer von der Stielbasis zur Spitze (bis auf 0) abnehmenden Anzahl.

Die *kleinen* Bündel sind oft unvollständig, indem sie nur aus einem wenigzelligen Phloëmstrang bestehen. Andre zeigen in der Ausbildung des Xylems die verschiedensten Entwicklungsstufen. Die sogen. inneren Phloëmteile werden anscheinend ganz unabhängig davon angelegt, bald früher, bald später. Sie können sich dem Xylem bis auf geringe Ent-

---

[1]) Himmelbaur 1913, S. 10, unterscheidet danach Ecken- und Plattenkollenchym.

[2]) Abbildungen geben Himmelbaur 1912, S. 17 und Quanjer 1913, Tafel VIII 2.

[3]) Vgl. de Vries, S. 608.

fernung nähern oder bleiben durch mehrere Schichten Parenchym von ihm getrennt.[1]) Im ersten Falle haben wir das typische Bild eines bikollateralen Leitbündels, während im zweiten Fall oft eine Zuordnung zu einem bestimmten Xylem garnicht möglich ist.

Die *grösseren* Bündel sind stets vollständig und deutlich bikollateral gebaut. Bei ihnen ist meistens auch die kambiale Schicht[2]) zwischen Xylem und äusserem Phloëm gut erkennbar, während dem inneren Phloëm, wie schon DE VRIES[3]) betont, ein solches Fortbildungsgewebe stets abgeht. Die Vergrösserung des inneren Phloëms erfolgt durch unregelmässige Zellteilungen. Dieser Umstand, zusammen mit dem Vorkommen unvollständiger, nur aus Phloëm bestehender Bündel, macht es zweifelhaft, ob überhaupt zwischen der Ausbildung des inneren Phloëms und des Xylems ein genetischer Zusammenhang besteht. BARANETZKI[4]) hat neuerdings die Behauptung aufgestellt, dass die sogen. bikollateralen Gefässbündel aus 2 nebeneinander liegenden Bündeln bestehen, von denen das eine unvollständig ist, und begründet das damit, dass bei gewissen Cucurbitaceen dieses letztere streckenweise von einem eigenen Xylem begleitet ist. Ich lasse es dahingestellt, ob die Verhältnisse bei der Kartoffel ebenso liegen. *Gegen* diese Auffassung würde sprechen, dass sich bei anderen Solanaceen (*Lycium*-Arten, *Capsicum bicolor*, *Solandra hirsuta*) der innere Bast durch ein kambiumähnliches Gewebe[5]) regeneriert, das aus radial gestellten Zellen besteht,[6]) und dass die beiden extremen Typen durch zahlreiche Übergänge verbunden sind.[7])

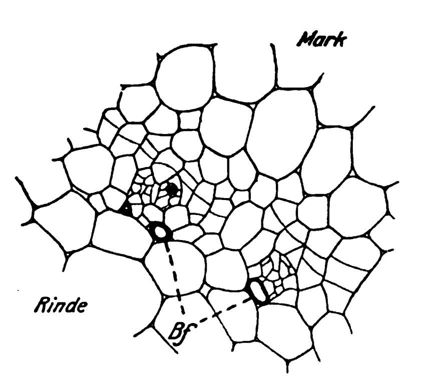


Abb. 25. Nur aus Phloëm bestehendes Gefässbündel, vom interfascikularen Kambium des Blattstieles gebildet (Vergr. 100). Bf. Bastfasern.

An der Basis besonders dicker Stiele greift das Kambium der Gefässbündel beiderseits auf die primären Markstrahlen über und gewinnt hier und da Anschluss an das Kambium benachbarter Bündel. Aber zur Herstellung eines zusammenhängenden Kambiumbogens und damit zum sekundären Dickenwachstum kommt es nicht.

Xylem und Phloëm enthalten hier dieselben Elemente, wie in den Blattnerven; sie sind nur zahlreicher, grösser und in ihren Eigentümlichkeiten stärker ausgeprägt. Über ihre Verteilung im einzelnen ist folgendes zu bemerken:

---

[1]) Vgl. FEDDE S. 19.

[2]) DE VRIES (S. 609) konnte kein „eigentliches" Kambium finden.

[3]) a. a. O. S. 623.

[4]) Bot. Cbl. LXXVII, S. 106, 1900.

[5]) Von VESQUE 1875, S. 145, wird es „faux cambium" genannt.

[6]) Vgl. SOLEREDER, PETERSEN, VESQUE 1875.

[7]) Nach FEDDE, S. 20.

Der obere (innere) Teil des Xylems besteht zur Hauptsache aus Parenchym, in dem wenige, meist enge und mit Ring- oder Spiralverdickungen versehene Gefässe eingebettet sind. Nach aussen (unten) hin tritt das Parenchym an Masse zurück, indem es nur noch einzelne, meist einreihige, radiale Zellzüge bildet. Den Hauptbestandteil machen die Tracheïden aus (Gefäss- und Fasertracheïden), die die Gefässe oft allseitig umschliessen und sie an Zahl weit übertreffen. Die Weite der Gefässe ist hier meist grösser, ohne dass eine regelmässige Zunahme in radialer Richtung festzustellen ist. Neben Spiralfasern kommen Netzfasern als Verdickungen vor; überwiegend aber sind die Gefässe mit Tüpfelmembranen versehen.[1] Die Gefässtracheïden haben fast stets behofte Tüpfel und sind mit den Fasertracheïden durch mannigfache Übergänge verbunden.

Über die Zusammensetzung des Phloëms selbst ist nichts weiter zu sagen. Die angrenzenden Zellen sind, ähnlich wie in dickeren Blattnerven,

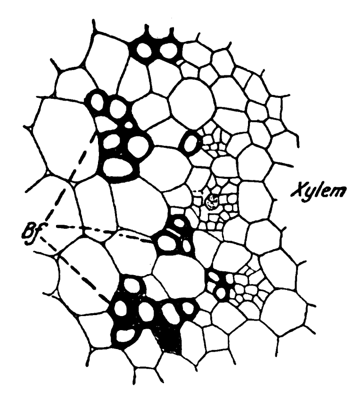


Abb. 26. Intraxyläre Phloëmgruppe mit starkem Bastfaserbeleg (Vergr. 100). Bf. Bastfasern.

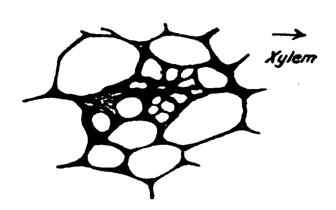


Abb. 27. Intraxyläres Phloëm mit „Nekrose" aus dem Blattstiel einer rollkranken Pflanze (Vergr. 250).

z. T. sklerenchymatisch verdickt, als „Bastfasern" ausgebildet. Sie bilden ausserhalb der äusseren Phloëmstränge, also zwischen diesen und der Stärkescheide, und auf der Innenseite der inneren Stränge grössere oder kleinere Gruppen, kommen aber auch ohne Zusammenhang mit dem Phloëm, einzeln oder zu mehreren im Mark vor. In den mittleren Teilen des Stieles sind die Bastfasern wohl immer deutlich ausgebildet, am Grunde dagegen oft nur schwach oder garnicht entwickelt.

Wo sie fehlen, treten wie bei den Nerven kollenchymartige Zellen an ihre Stelle. In ein und demselben Querschnitt ist die Verteilung der Bastfasern ungleichmässig. Die meisten und stärksten finden sich stets an den beiden Enden des Gefässbündelbogens; in dessen Mitte, also an der mittleren Gruppe und an den kleinen Bündeln, fehlen sie in der Regel. Die in den Leisten verlaufenden Stränge sind nur selten von typischen Bast-

[1]) de Vries (S. 609) erwähnt *nur* das Vorkommen von „porösen" Gefässen, versteht darunter aber wohl Gefässe *und* Tracheïden.

fasern begleitet (vgl. Abb. 22). Die Dicke der Membran kann auf 12 μ[1]) steigen bei einer lichten Weite von 8—45 μ und einer Länge von 1—4 *mm*.

Auf den feineren Bau der verschiedenen Elemente sowie auf die von QUANJER als „Nekrose" bezeichneten Veränderungen des Phloëms wird im Abschnitt über den Stengel zurückzukommen sein. Hier mögen nur noch die Ergebnisse einiger Messungen Platz finden, die sich auf mittlere Teile dickerer Stiele beziehen.

	Länge	Breite
Gefässglieder	140—500 μ	8—60 μ
Gefässtracheïden	80—350 „	12—30 „
Fasertracheïden	200—800 „	10—24 „
Holzparenchym	36—140 „	10—30 „
Siebröhrenglieder . . .	80—200 „	6—18 „
Geleitzellen	80—200 „	3— 8 „

II. Stengel.

Querschnittsform.

Der oberirdische Stengel ist im allgemeinen dreikantig.[2]) In den jüngeren Teilen sind die Kanten flügelartig zu schmalen Leisten ausgezogen, die bis zu 1—2 *mm* hoch werden. Jede Kante läuft nach oben in den Rand eines Blattstieles aus, so dass dieser letztere eine der flachen Seiten des Stengels fortsetzt. Der Fuss des Blattstieles umfasst etwa ein Drittel des Stengelumfangs. Daraus folgt mit Notwendigkeit die dreikantige Form. Man könnte nun weiter folgern, dass die Blätter in 3 vertikalen Reihen übereinander stehen. Das trifft aber nicht zu.[3]) Verfolgt man den Stengel von oben nach unten, so sieht man, dass die Blätter sich nicht gegenüber einer flächen Seite, sondern gerade auf einer scharfen Kante ansetzen. Von den herabkommenden Leisten verschwindet also eine, während zwei neue vom Blattstiel her dazu kommen. Dementsprechend wird der Querschnitt des Stengels hier, in den Knoten, vierkantig. Unter-

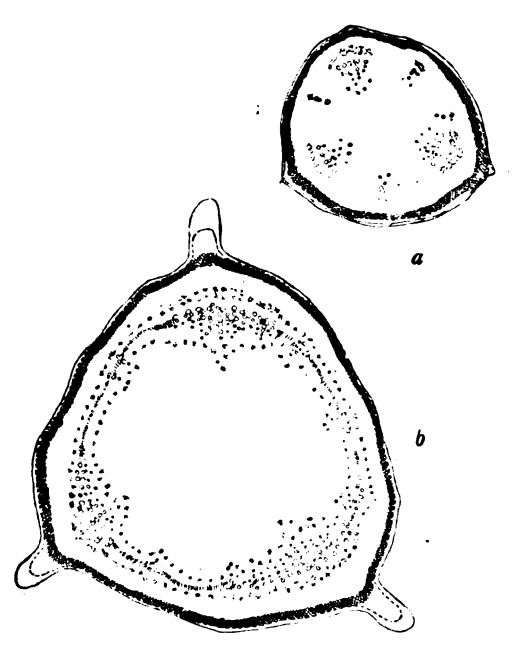


Abb. 28. Schematischer Stengelquerschnitt. a jüngerer Stengel (Vergr. 35), b älterer Stengel (Vergr. 25).

[1]) Wie schon DE VRIES (S. 609) hervorhebt, sind die dem inneren Phloëm („axilem Bast") benachbarten Bastfasern besonders dickwandig.

[2]) Vgl. SCHACHT, S. 7; DE VRIES, S. 619; HIMMELBAUR 1913, S. 11; COLLE 1910.

[3]) Vgl. DE VRIES, S. 619.

halb des Knotens vereinigen sich zwei der Seiten bzw. Kanten, und die normale dreieckige Form ist wiederhergestellt. Die Kanten oberhalb des Knotens liegen aber nicht in der Verlängerung der unterhalb desselben befindlichen Kanten. Sie wechseln vielmehr ihre Stellung am Stengel fortwährend, indem sie in jedem Knoten seitlich verschoben werden. So ergibt sich, dass die Blätter in einer Spirale stehen müssen. Man kommt erst nach 8 Umgängen zu einem Blatte, das genau oberhalb des ersten steht; es ist das 14. Blatt, demnach die Blattstellungszahl 8/13.

Von den beiden Leisten des Blattstieles verläuft die eine bis zum nächsten, die andre bis zum übernächsten Blatt herab; sie erreichen eine Länge von ein bzw. zwei Internodien. Da die Blattspirale eine linksläufige ist, ist immer die linke Leiste des Blattstieles (auch Blattspur genannt) die kleinere, die rechte die grössere.

In den älteren, namentlich den schon blätterlosen Teilen des Stengels sind Leisten nicht mehr vorhanden, nur die dreiseitige Querschnittsform ist noch deutlich. Am unterirdischen Stengel fehlt auch diese: Der Querschnitt ist mehr oder minder deutlich kreisförmig.[1])

Die Grösse des Querschnitts ist sehr verschieden. An ein und derselben Pflanze erreicht sie ihren höchsten Wert in der Regel unmittelbar über dem Boden (bis 2 *cm* Durchmesser) und nimmt nach oben und unten langsamer oder schneller ab. Die Knoten sind oft etwas dicker als die angrenzenden Internodien.

Gewebeverteilung.

Die Gewebeverteilung im Stengel ist etwas verschieden, je nachdem es sich um den oberirdischen oder unterirdischen, um jüngere oder ältere Teile handelt. Wenn wir von einem Internodium des oberirdischen Stengels von mittlerer Entwicklungsstufe ausgehen, ergibt sich folgendes Bild:[2]) Die Mitte des Stengels wird von dem farblosen Parenchym des Markes eingenommen. In der Regel ist es vollständig unverletzt; nur zuweilen (in älteren Stengeln und den unterirdischen Teilen) wird es von einem zentralen Hohlraum[3]) durchzogen. Nach aussen hin folgt sodann der von breiteren oder schmäleren Parenchymstreifen (primäre Markstrahlen) durchsetzte Gefässbündelring. In jüngeren Stengelteilen sind die einzelnen Bündel mehr oder weniger deutlich voneinander geschieden. Später drängen sie sich an 3 oder 4 Stellen (vor den Kanten) zu grösseren Gruppen zusammen, zwischen denen sich eine Anzahl einzelner oder zu 3 kleineren Gruppen vereinter Bündel finden[4]) (Abb. 28a). Mit zunehmendem Alter schreitet die Verschmelzung zu 3 bzw. 6 Gruppen fort; gleichzeitig setzt das sekundäre Dickenwachstum ein und stellt allmählich Brücken zwischen ihnen her. So

[1]) Vgl. Schacht, S. 7; de Vries, S. 619.

[2]) Vgl. Sorauer 1868, S. 164 (Abb.); Colle 1910; Himmelbaur 1913, S. 10 (Abb.); Quanjer 1913, Tafel VI, 2.

[3]) Vgl. de Vries, S. 624.

[4]) Vgl. de Vries, S. 233 u. 621 und Sorauer, S. 163.

kommt in älteren Stengelteilen (Abb. 28b) ein vollkommen geschlossener Xylemring zustande, der an den Ecken seine grösste Breite erreicht, in der Mitte der Seiten die geringste. Im unterirdischen Teil ist der Ring, entsprechend der Querschnittsform, ziemlich gleichmässig entwickelt. Wie die Xylemteile schliessen sich auch die äusseren Phloëmteile zu einem lückenlosen Ring zusammen. Er wird von einer Stärkescheide umgeben, die allerdings im unterirdischen Stengel nicht immer deutlich ausgebildet ist. Daran schliessen sich mehrere Schichten farblosen Parenchyms und weiter ein verschieden breiter Ring von kollenchymatisch verdickten Zellen. Die Oberfläche des Stengels wird von einer einschichtigen Epidermis eingenommen, die unter der Erde zum Teil oder ganz durch Periderm ersetzt ist. Zwischen Epidermis und Kollenchym schieben sich im oberirdischen Teil 1—2 Schichten von chlorophyllreichem Parenchym ein. Ebensolches Parenchym füllt neben farblosem Gewebe die flügelartigen Leisten aus.[1])

Epidermis.

Wir wenden uns zur Besprechung der einzelnen Gewebe und beginnen mit der Epidermis.[2]) Sie stimmt im wesentlichen mit der des Blattstiels

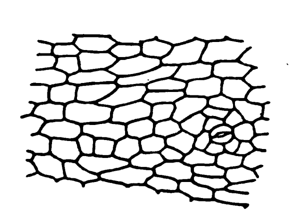


Abb. 29. Epidermis des Stengels Vergr. 50).

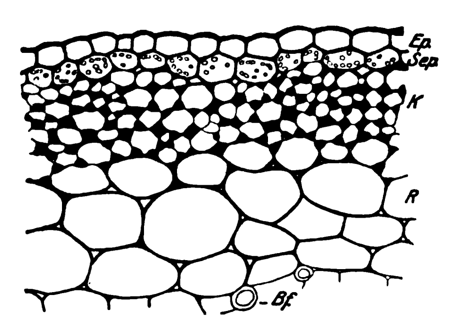


Abb. 30. Querschnitt aus der Peripherie des Stengels. Ep Epidermis, Sep subepidermale Chlorophyllschicht, K Kollenchym, R Rindenparenchym, Bf Bastfasern (Vergr. 70).

überein. Die Zellen sind im Querschnitt abgerundet-viereckig, im Längsschnitt 4—6 eckig mit geraden oder etwas gebogenen Seitenwänden. Sie ordnen sich in der Regel in mehr oder minder deutlichen Längsreihen in der Richtung der Stengelachse und haben in dieser Richtung ihre grösste Ausdehnung. Zellen von gleicher Länge und Breite und schräge oder quergestreckte Zellen finden sich besonders in der Umgebung der Spaltöffnungen und der Deckhaare, sowie an stärker vorgewölbten oder ausgehöhlten Stellen der Stengeloberfläche. Doch können sie auch anderswo zwischen die länglichen Zellen eingesprengt sein.

Die Aussenwände sind bald mehr oder weniger vorgewölbt und 2—3-mal so dick (bis 6 μ) wie die Radialwände. Auch die Innenwände weisen

---

[1]) SORAUER 1868, S. 169 hebt merkwürdigerweise hervor, dass sie nicht aus *Kork* bestehen.

[2]) Vgl. DE VRIES, S. 623 und FEDDE, S. 3. Abb. bei SCHACHT, Taf. V, 5.

häufig eine grössere Dicke auf (bis 6,5 μ). Die Fusszellen der Deckhaare haben, wie schon bei der Besprechung des Blattes erwähnt, fast stets stärkere Membranen als ihre Nachbaren und ragen aus deren Ebene etwas heraus.

Die Kutikula, an den oberirdischen Teilen meistens deutlich und scharf gegen die eigentliche Zellwand abgesetzt, am unterirdischen Stengel oft undeutlich oder garnicht erkennbar, wird etwa 0,5—1 μ dick und ist mit zahlreichen Körnchen verschiedener Grösse (Durchmesser bis 4 μ) oder mit schmalen Leisten versehen. Am Eingang zu den Spaltöffnungen bildet sie vielfach starke Vorsprünge; sie lässt sich an den Rändern der Spalte und auf der Innenseite der Schliesszellen eine Strecke weit verfolgen.

Die Abmessungen der Epidermiszellen sind sehr verschieden. Die Höhe (Dicke) derselben schwankt zwischen 15 und 60 μ; sie nimmt am Stengel von oben nach unten zu und ist an den Kanten meist um ein Geringes grösser als an den flachen Seiten. Die Breite der Zellen beträgt 12—80 μ, die Länge 20—350 μ, wobei deren Verhältnis zwischen 1 : 1 und 1 : 20 liegt. In der Regel überwiegen in den ebenen Teilen der Oberfläche die langen, schmalen Zellen, an vertieften oder vorgewölbten Stellen, wie z. B. am Fusse der Leisten, die kurzen und breiten.

Spaltöffnungen kommen sowohl am oberirdischen als auch am unterirdischen Teil des Stengels vor. An letzterem ist ihre Zahl nur spärlich; es entfallen selten mehr, meist weniger als eine auf ein Quadratmillimeter.[1]) Sie werden hier anscheinend frühzeitig funktionslos — die Spalten sind bei nicht mehr ganz jungen Pflanzen teils verstopft, teils weitklaffend — und mit der Ausbildung des Periderms durch Lentizellen ersetzt (s. unten). Der oberirdische Stengel trägt mehr Spaltöffnungen, jüngere und dünne Teile 4—12, ältere und dicke 1—4 auf dem Quadratmillimeter.[2]) An ein und demselben Stengel nimmt die Dichtigkeit von unten nach oben deutlich zu; sie ist ferner im allgemeinen auf den Leisten etwas grösser[3]) als in den übrigen Teilen. Durchgreifende Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten sowie gesunden und kranken Pflanzen konnte ich nicht feststellen (vgl. die beim Blatt angegebenen Gründe).

Der Bau der Schliesszellen bietet gegenüber dem früher Gesagten nichts Neues. Ihre Entwicklung lässt sich an jungen Pflanzen bequem verfolgen, da hier wie beim Blatt die verschiedensten Stadien auf kleinster Fläche beieinander liegen. Sie bedarf keiner nochmaligen Besprechung. Die Richtung der Spaltöffnungen fällt häufig, aber nicht immer mit der Längsrichtung des Stengels zusammen. Die Abmessungen der Schliesszellen sind im einzelnen sehr verschieden, im Durchschnitt aber für den ober-

---

[1]) Nach SCHACHT, S. 7 und DE VRIES, S. 619 sollen sie hier vollständig fehlen, HOHNFELDT gibt 3 auf dem Quadratmillimeter an.

[2]) DE BARY, S. 51 gibt 4 Spaltöffnungen pro Quadratmillimeter an, HOHNFELDT 3 DE VRIES, S. 623, 7, während nach CZECH, S. 106, nur einzelne zerstreute vorkommen.

[3]) Nach DE VRIES, S. 623, sind sie hier spärlicher.

irdischen Stengel kleiner als für den unterirdischen und an der Spitze kleiner als an der Basis.[1]) So wurde z. B. gemessen (in μ)

Bei	Länge	Breite
Alma, gesund, unterirdisch	60—78	24—34
„ „ oberirdisch	40—70	12—16
Alma, rollkrank, unterirdisch	60—90	20—30
„ „ oberirdisch	38—66	12—16
Wohltmann, gesund, unterirdisch	56—90	16—30
„ „ oberirdisch	46—60	11—16
Wohltmann, rollkrank, unterirdisch . . .	56—70	16—26
„ „ oberirdisch	38—56	11—16
Magnum bonum (jung), unterirdisch . . .	40—100	12—03
„ „ „ oberirdisch . . .	20—72	8—24
Magnum·bonum (älter), oberer Stengel . .	24—42	11—15
„ „ „ unterer „ . .	38—60	10—16
Imperator, oberer Stengel	32—50	10—15
„ unterer „	40—60	12—20

Wenn die Zahl der Beispiele auch nicht gross ist, so springen doch die Unterschiede, namentlich der Länge, deutlich in die Augen. Die Höhe der Schliesszellen wurde zu 16—25 μ gefunden; sie bleibt immer hinter der der benachbarten Zellen zurück.

Die Behaarung junger, noch wachsender Stengelteile ist ziemlich dicht.[2]) Ich habe bis 18 Deckhaare und 40 Drüsenhaare auf dem Quadratmillimeter gezählt. An älteren, ausgewachsenen Stengeln dagegen sind Haare verhältnismässig selten anzutreffen.[3]) Hier kommen höchstens 1—2 Deckhaare, meistens nicht einmal eins auf ein Quadratmillimeter. Die Zahl der Drüsenhaare ist noch geringer. Nur auf den Leisten finden sich beide Arten von Haaren etwas häufiger.[4]) Diese im ganzen spärliche Behaarung älterer Stengel im Vergleich mit jungen erklärt sich einerseits durch die starke Streckung der Internodien beim Längenwachstum, wobei die mit Haaren versehenen Zellen mehr und mehr auseinandergerückt werden, andrerseits dadurch, dass ein grosser Teil der Haare frühzeitig vertrocknet und abfällt, ohne am Stengel deutliche Spuren zu hinterlassen.

Die Form der Haare stimmt mit der früher beschriebenen überein. Auch über ihre Grösse ist nichts Neues zu bemerken, ausser dass an jungen Stengeln oft Deckhaare von beträchtlicher Länge (bis 2,8 *mm*) und demgemäss grösserer Zellenzahl (bis 11) angetroffen werden. Die unterste Zelle erreicht dann oft bedeutende Dimensionen, so in einem Falle 750 μ Länge bei einer Breite von 200 μ.

---

[1]) Hohnfeldt gibt für unten 60 : 39 μ, für oben 50 : 33 μ als Durchschnittsgrösse an.

[2]) Vgl. Sorauer, 1868, Seite 167.

[3]) Dasselbe gilt nach de Vries, S. 247, von den oberen Internodien etiolierter Triebe.

[4]) So auch de Vries, S. 623.

Periderm.

Die Epidermis des unterirdischen und zuweilen der untersten Teile des oberirdischen Stengels wird bei älteren Pflanzen teilweise oder vollständig durch ein Periderm ersetzt. Die Bildung desselben nimmt ihren Anfang in der subepidermalen Schicht, indem deren Zellen sich durch eine tangentiale Scheidewand in je eine Phellogen- und eine Korkzelle teilen. Die Phellogenzellen teilen sich wiederholt in gleicher Weise und gliedern so nach aussen eine Anzahl von Korkzellen ab. Diese sind in regelmässigen Radialreihen angeordnet, da sie nur in radialer Richtung ein gewisses Wachstum erfahren, hingegen in tangentialer Richtung unverändert bleiben. Sämtliche Zellen haben eine abgeflachte Gestalt von annähernd rechteckigem Querschnitt; der tangentiale Durchmesser übertrifft den radialen um das zwei- bis mehrfache. Die Wandungen der jungen Korkzellen sind äusserst dünn, die der älteren etwas dicker. An letzteren kann man oft die typische Struktur der Korkmembran[1]) erkennen. Die Korkzellen führen anfangs noch plasmatischen Inhalt, später nur Luft; sie lassen dann einen Stoffaustausch von innen nach aussen und umgekehrt nicht mehr zu. Demzufolge sterben die etwa noch lebenden Epidermiszellen ab und werden bald abgestossen, so dass der Kork selbst die Oberfläche einnimmt. In dem Maſse wie das Phellogen neue Korkzellen erzeugt, lösen sich die jeweils ältesten ab. Das geschieht an einer Stelle früher, an andren später, so dass die Oberfläche mehr oder minder uneben und die Zahl der verbleibenden Korkzellschichten verschieden, obwohl immer gering ist.

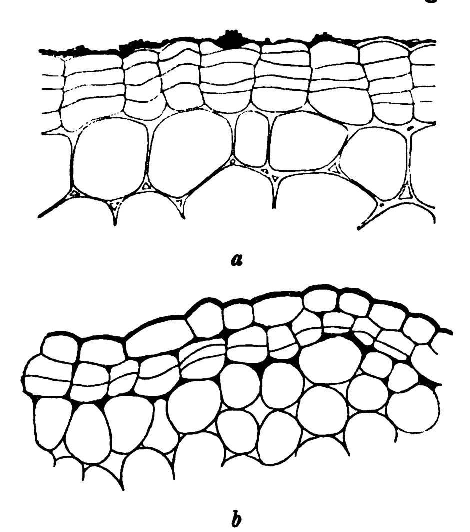


Abb. 31. Peridermbildung am unterirdischen Stengel, a Älteres Stadium, aus der Epidermis entstanden, b Jüngeres Stadium aus der subepidermalen Schicht hervorgehend (Vergr. 100).

Zwischen den Korkzellen finden sich keine Interzellularen. Der notwendige Gasaustausch des Stengelinneren mit der Aussenluft wird durch Lentizellen vermittelt, die auf der Oberfläche kleine, runde bis längliche, warzenartige Erhebungen von bräunlicher Farbe bilden. Auf deren Bau und Entwicklung komme ich bei Besprechung der Knolle zurück. Hier sei nur bemerkt, dass sie stets unter den Spaltöffnungen und im Zusammenhang mit dem Periderm angelegt werden. Ihre Zahl ist geringer als die der Spaltöffnungen (da sich nicht unter jeder eine Lentizelle bildet); doch habe ich in einigen Fällen 1—2 auf dem Quadratmillimeter gezählt. Nach de Vries[2]) sind sie auf den untersten Internodien etiolierter Triebe häufig.

[1]) Vgl. Rothert, S. 1173.

[2]) a. a. O. S. 247.

Subepidermales Chlorophyllgewebe.

Die auf die Epidermis folgenden 1—2 Zellschichten zeichnen sich im oberirdischen Stengel durch reichen Chlorophyllgehalt aus. Dasselbe gilt von einem Teil des die Leisten ausfüllenden Gewebes. Dieses Chlorophyllparenchym,[1]) dem wir schon beim Blattstiel begegnet sind, gibt dem Stengel die grüne Farbe; zur Hauptsache wenigstens, denn die Epidermiszellen sind farblos und die inneren Teile der Rinde enthalten nur spärliche und kleine Chlorophyllkörner. Auch die bei manchen Sorten (z. B. Wohltmann) vorkommende Rotfärbung gewisser Stengelpartien hat hier ihren Sitz. Die Zellen enthalten dann einen roten Farbstoff im Zellsaft gelöst. Diese doppelte Bedeutung der subepidermalen Zellschicht für die Färbung bringt SORAUER dadurch zum Ausdruck, dass er sie „Farbstoffschicht" nennt. Die Zellen sind im Querschnitt meistens rundlich und im Radialschnitt länglich bis rundlich, während Tangentialschnitte sehr verschiedene Formen erkennen lassen: einfache rundliche, vieleckige, langgestreckte mit geraden oder unregelmässig ausgebuchteten Umrissen, überall gleich breit oder an den Enden verschmälert, endlich solche mit kurzen armartigen Fortsätzen. Im allgemeinen herrschen die einfachen Formen vor. Armzellen finden sich fast nur (aber nicht immer) unterhalb oder in der näheren Umgebung der Spaltöffnungen. Hier sind dementsprechend die Lufträume besonders gross, während sie zwischen den länglichen, zylindrischen Zellen oft sehr zurücktreten; niemals fehlen sie ganz. Die Zellen reihen sich in der Regel vertikal aneinander und erreichen in dieser Richtung ihre grösste Ausdehnung. Die Länge liegt zwischen 20 und 300 μ, die Breite zwischen 16 und 80 μ. Extrem lange und schmale Zellen sind verhältnismässig selten, kurze und breite bis isodiametrische an manchen Stengeln recht häufig. Dem unterirdischen Stengel fehlt die subepidermale Chlorophyllschicht; auf die Epidermis folgt hier unmittelbar das Kollenchym.

Kollenchym.

Das Kollenchym[2]) bildet, wie bereits ausgeführt, einen fast überall geschlossenen Mantel. Seine äussere Begrenzungslinie springt bei den Leisten des oberirdischen Stengels etwas nach aussen vor und folgt im übrigen der Epidermis in gleichem Abstand. Die Dicke des Mantels ist nicht ganz gleichmässig, da sowohl die Zahl der Zellschichten als auch die Grösse der einzelnen Zellen in verschiedenen Teilen des Umkreises verschieden sind. Bei 4—6 Schichten pflegt er zwischen 100 und 240 μ dick zu sein. Vor den Leisten ist das Kollenchym in der Regel schwächer entwickelt, manchmal auf eine einzige Schicht beschränkt, gelegentlich aber auch, wie z. B. unterhalb der Abzweigungsstellen starker Blattstiele,

---

[1]) Vgl. SCHACHT, S. 7, SORAUER, 1868, S. 164 und 166, FEDDE, S. 27 und HIMMELBAUR, 1913, S. 10. DE VRIES erwähnt diese Schicht nicht.

[2]) Bereits von SCHACHT erwähnt, von SORAUER, 1868, DE VRIES, FEDDE, S. 13, HIMMELBAUR, 1913, näher beschrieben.

bis zur innersten Schicht des Rindenparenchyms verbreitert. Im unterirdischen Stengel sind kollenchymatische Verdickungen nur ganz aussen, und auch da oft nur undeutlich, ausgebildet, sowie gegen das innere Rindenparenchym nicht scharf abgegrenzt. In einigen Fällen fand ich überhaupt kein Kollenchym vor;[1]) statt dessen zeigten fast alle Zellen der Rinde (von Stärkescheide bis zur Epidermis) ringsum gleichmässig aber wenig verdickte Wandungen.

Über den Bau der Kollenchymzellen ist oben schon alles Wissenswerte mitgeteilt worden. Es sei nur noch hinzugefügt, dass die äusserste Schicht derselben sich häufig vor den übrigen dadurch auszeichnet, dass die an die Chlorophyllschicht grenzenden Wandungen nicht allein in den Kanten, sondern nahezu gleichmässig verdickt sind. Die Kanten sind je nach dem Alter des betreffenden Pflanzenteils nach dem Zellinneren zu konkav oder konvex, zeigen oft eine schöne Schichtung und — in älteren Stengeln — häufig Spalten, deren Bildung durch das Auftreten bräunlich verfärbter Linien eingeleitet wird.[2])

Der Durchmesser der Zellen variiert von 8—80 μ,[3]) er ist zuweilen in radialer oder auch in tangentialer Richtung etwas grösser. Die Länge wurde zu 100—460 μ gefunden, im unteren Stengel durchschnittlich grösser als im oberen. Die Wandungen sind an ihren dünnsten Stellen etwa 1 bis 1,5 μ stark, an den (4eckigen) Kanten bis 18 μ. Die höchsten Werte werden natürlich in den unteren Teilen älterer Pflanzen erreicht. Im unterirdischen Stengel habe ich nur bis 10 μ starke Verdickungen gefunden; über diesen Wert geht auch die Dicke gleichmässig verdickter Wandungen nicht hinaus.

Rindenparenchym.

Der Raum zwischen dem Kollenchym und dem Gefässbündelring wird von chlorophyllfreien oder allenfalls ganz geringe Mengen von Chlorophyll enthaltenden Parenchymzellen eingenommen. Man bezeichnet diese Zone als Rindenparenchym.[4]) Sie umfasst je nach dem Alter und der Dicke des Stengels 2—7 Schichten. Die Zahl der Schichten pflegt im Umkreis einund desselben Querschnitts nicht überall die gleiche zu sein; an verschiedenen Seiten ist sie oft um 2—3 grösser oder kleiner, und unter den Leisten kann sie sich um noch mehr erhöhen oder verringern. Sieht man von einzelnen extremen Werten ab, so schwankt die gesamte Breite

---

[1]) SCHACHT, S. 7, SORAUER, 1868, S. 164, DE VRIES, S. 234, bezeichnen dieses Fehlen des Kollenchyms als Charakteristikum des unterirdischen Stengels gegenüber dem oberirdischen. Vgl. die Abbildung bei SCHACHT, Tafel V, 4 und 7. Auch in etiolierten Trieben ist das Kollenchym nach DE VRIES (S. 246) nicht oder unvollständig ausgebildet.

[2]) Dieser Umstand scheint mir für eine lysigene Entstehung der Spalten zu sprechen während FEDDE, S. 13, behauptet, dass sie schizogen entstehen.

[3]) Nach FEDDE, S. 13, werden die Zellen umso kleiner, je zahlreicher die Zellreihen des Kollenchyms sind. Ich habe diese Regel bei der Kartoffel *nicht* bestätigt gefunden.

[4]) Vgl. SORAUER 1868, S. 164, DE VRIES, S. 623, SCHLEPEGRELL, COLLE, HIMMELBAUR 1913

des Rindenparenchyms zwischen 100 und 500 μ; sie übertrifft somit die Dicke des Kollenchymmantels bald mehr, bald weniger, macht aber doch nur einen verhältnismässig kleinen Bruchteil des ganzen Stengeldurchmessers aus, im günstigsten Falle den 12., häufig den 20.—30., manchmal jedoch nur den 100. Teil.

Die innerste Schicht des Rindenparenchyms ist als „Stärkescheide" ausgebildet,[1]) im unterirdischen Stengel nicht immer deutlich.[2]) Die Zellen haben die schon oben beschriebene charakteristische Form, sind teils längs-, teils quergestreckt und messen in radialer Richtung 14—60 μ, in tangentialer 14—140 μ (junge Stengelteile nur bis 80 μ) und in der Länge 20—170 μ.

Die übrigen Schichten des Rindenparenchyms bestehen aus Grundgewebe. Die Zellen, in mehr oder weniger deutlichen Längsreihen angeordnet, sind dünnwandig, im Querschnitt viereckig bis rundlich, meist längsgestreckt, seltener isodiametrisch oder quergestreckt, allerseits von 3—4 eckigen Interzellularen begleitet, deren Weite mit dem Alter zunimmt, und mit lebendem Inhalt erfüllt. Vielfach, namentlich in der Nachbarschaft der Stärkescheide, enthalten sie Stärkekörner, deren Menge je nach der Grösse der Assimilation und der Ableitung wechselt. Recht häufig sind Kristallzellen, die Ca-Oxalat in Form von Sand und tetraëdrischen oder oktaëdrischen Einzelkristallen aufweisen.[3]) Im unterirdischen Stengel verdicken sich die Wandungen der Zellen zuweilen gleichmässig in stärkerem Maſse (auf 10 μ), ohne dabei ihren chemischen Charakter sichtbar zu verändern. Solche Verdickungen finden sich vorwiegend, aber nicht ausschliesslich in den äusseren Schichten der Rinde. Daneben gibt es zuweilen im Rindenparenchym, wie auch im Kollenchym, vereinzelte Zellen, deren Wände nicht nur verdickt, sondern auch verholzt sind. Es sind Sklereïden oder Steinzellen, wie sie in den Stolonen und Knollen häufig vorkommen. Auf ihren Bau soll später näher eingegangen werden.

Die Abmessungen der einzelnen Zellen sind sehr veränderlich. Der Querdurchmesser beträgt in radialer Richtung 20—200 μ; er ist in tangentialer Richtung oft, besonders bei älteren Stengeln und im unterirdischen Abschnitt, beträchtlich grösser und erreicht zuweilen 280 μ. Diese Streckung dürfte eine Folge des sekundären Dickenwachstums des Gefässbündelringes sein; wenn dieses einsetzt, haben die Rindenzellen ihr Wachstum längst abgeschlossen und können dem von innen wirkenden Druck nicht in radialer Richtung ausweichen, so dass eine passive tangentiale Dehnung einsetzen

---

[1]) Nach HIMMELBAUR 1913, S. 10, in der Gegend des Wurzelhalses als „Endodermes" mit den charakteristischen CASPARYschen Streifen. Ich fand solche Endodermis nur in der Wurzel (s. u.).

[2]) Nach SORAUER 1868, S. 164, enthält die Stärkescheide in allen Entwicklungsstadien Chlorophyll (?) und Stärke.

[3]) HEINRICHER, S. 289, fand in den basalen Teilen des Stengels einer schwarzbeinigen Kartoffel, besonders im Rindenparenchym und in den Siebteilen, zahlreiche würfelförmige Kristalloide, die wohl als Aleuronkristalle anzusprechen sind. Mir sind solche Kristalle hier nicht begegnet.

muss. Der mittlere Durchmesser ist naturgemäss in älteren grösser als in jüngeren Teilen desselben Stengels, bei verschiedenen Stengeln von ungleicher Dicke aber nicht derselbe. Im einzelnen Querschnitt finden sich die grössten Zellen in den mittleren Schichten der Rinde. Was die Länge der Zellen betrifft, so kann sie bis 500 μ betragen und die Breite um das 10fache übertreffen; die Mehrzahl ist aber kürzer (bis etwa 300 μ, entsprechend der 5fachen Breite) und ein kleinerer Teil isodiametrisch oder breiter als hoch.

Mark.

Im Anschluss an das Rindenparenchym sei zunächst das Mark[1]) besprochen, das ihm anatomisch sehr ähnlich ist. Es füllt das Innere des von den Gefässbündeln gebildeten Ringes aus und setzt sich in Gestalt der Markstrahlen in denselben fort. Der Durchmesser, vom inneren Rande der stärksten Bündel an gerechnet, beträgt schon bei jungen Stengeln etwa 1 *mm*, steigt bei älteren auf mehrere (bis 8) *mm* und macht je nach der Entwicklung der peripherischen Gewebe (Holz und Rinde) $^1/_9$ bis $^2/_3$ des gesamten Stengeldurchmessers aus.

Die Zellen sind typisch-parenchymatisch, wie die des Rindenparenchyms. Es besteht nur insofern ein Unterschied, als sie vorwiegend plattgedrückt[2]) oder nur wenig länger als breit sind. Die mittleren Zellen führen oft keinen lebenden Inhalt mehr, sondern Luft; oft auch sind sie zerdrückt oder zerrissen, so dass ein Hohlraum entsteht, der sich auf kürzeren oder längeren Strecken durch den Stengel verfolgen lässt. Kristallzellen sind häufig,[3]) Steinzellen nur in älteren, unterirdischen Stengeln zu finden. Ausserdem kommen in den äusseren Schichten des Markes vereinzelte Bastfasern oder Gruppen von solchen vor, die in keinem Zusammenhang mit Phloëmsträngen stehen.

Der Durchmesser der Markzellen schwankt innerhalb weiter Grenzen, im jungen Stengel von 16—175 μ, im älteren von 20—400 μ. Dabei werden die grössten Werte stets in der Mitte des Markes erreicht, während aussen die kleineren Zellen vorherrschen. Die Höhe bewegt sich bei den abgeplatteten Zellen zwischen 14 und 200 μ, bei längsgestreckten von 40 bis 350 μ. Bei beiden kann die grössere Ausdehnung das 1—5fache der kleineren betragen.

Gefässbündel.

a) Verlauf.

Zwischen Mark und Rinde breitet sich der Ring der Gefässbündel aus. Es soll zunächst auf den Verlauf derselben näher eingegangen werden. Bereits DE VRIES[4]) hat sich ausführlich darüber geäussert, so dass wir uns auf die Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse beschränken können.

---

[1]) Vgl. DE VRIES, S. 624, SORAUER 1868, S. 170, COLLE, FEDDE, S. 26.

[2]) FRANZ, S. 39—40, fand in etwa ein Zoll langen, im Dunkeln entstandenen Trieben nur gestreckte Zellen (2—3mal so lang wie breit), dagegen in Lichttrieben isodiametrische oder abgeplattete Zellen (2mal so breit wie hoch).

[3]) Vgl. DE BARY, S. 150.

[4]) a. a. O. S. 620—622.

Verfolgt man eines der Bündel stengelaufwärts, so findet man, dass es früher oder später in einen Blattstiel einbiegt. Sämtliche auf einem Stengelquerschnitt sichtbaren Bündel gehören in ihrem Oberlaufe einem Blatte an, sind „Blattspurstränge". Stammeigene Stränge fehlen der Kartoffelpflanze.

Vergleicht man verschiedene Querschnitte durch ein und dasselbe Internodium, so zeigen sich in der Anordnung der Bündel und der Gruppen keine wesentlichen Unterschiede. Sie verlaufen also parallel und getrennt nebeneinander. In den Knoten dagegen verändert sich das Querschnittsbild ständig, indem die Gruppen sich verschieben, verschmelzen oder teilen. Hier treten aus dem Blattstiel zur Hauptsache 3 neue Gruppen von Bündeln hinzu. Eine derselben durchzieht im Blattstiel, wie in einem früheren Abschnitt ausgeführt, die Mitte des Gefässbündelbogens, die beiden anderen nehmen dessen Seiten ein. Die Aufnahme dieser 3 Gruppen in den Stengel erfolgt nun in folgender Weise: Oberhalb der Stelle, wo sich der Blattstiel gegenüber einer scharfen Kante des Stengels ansetzt, spaltet sich die vor dieser Kante liegende Gruppe (z. B. Gruppe A bei 2, B bei 1). Die beiden Hälften weichen bis zu einem Drittel des Stengelumfangs auseinander und jede nimmt eine der seitlichen Blattspuren (s und s') auf. Die mittlere Spur (m) tritt durch die gleiche Spalte in den Stengel ein, bleibt aber zunächst selbständig. Ein Querschnitt in dieser Höhe zeigt also 4 grössere und ausserdem 4 kleinere Gefässbündelgruppen (a, b, c), die aber nicht immer alle deutlich sind; seine Form ist dementsprechend 4eckig. Diese Vierteilung wird aber bald wieder in die normale Dreiteilung übergeführt, indem 2 der grossen Gruppen miteinander und der zwischen ihnen liegenden kleinen verschmelzen (bei v). Die kleine Gruppe (z. B. Bbei v_4) ist die mittlere Spur des Blattes, das sich an dem dritten Knoten oberhalb ansetzt (bei 1); sie durchläuft also 3 Internodien, ohne sich mit einem fremden Strang zu vereinigen. Eine von den verschmelzenden grossen Gruppen enthält eine der eben aufgenommenen seitlichen Spuren (bei v_4 z. B. s' von 4), die andere eine seitliche Spur des nächsthöheren Blattes (bei v_4 z. B. s von 3). Nachdem so die Zahl der Gefässbündelgruppen auf 3 bzw. 6 vermindert ist, sieht der Querschnitt annähernd ebenso aus wie oberhalb des Knotens. Aber die Bestandteile der Gruppen sind nicht mehr dieselben; die Bündel sind anders verteilt und um neuhinzugekommene vermehrt. Die grossen Gruppen vor den Kanten bestehen

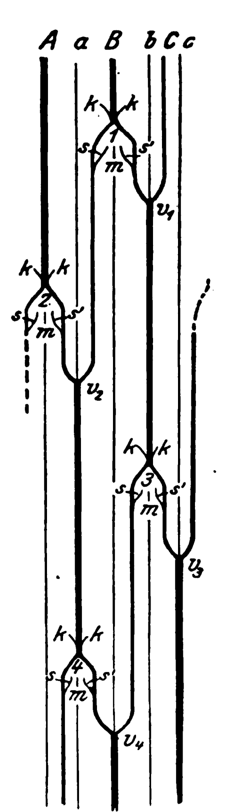


Abb. 32. Gefässbündelverlauf im Stengel. A, B, C grosse Gefässbündelstränge, a, b, c kleine Gefässbündelstränge, k Bündel der Seitenknospen, m mittlere, s s' seitliche Bündelgruppen des Blattstieles.

zwar zur Hauptsache aus den seitlichen Spursträngen der beiden nächstoberen Blätter, enthalten aber daneben Elemente aus sämtlichen weiter aufwärts angehefteten Blättern (unterhalb von v_4 solche von 1 und höheren Blättern).

b) Bau des einzelnen Bündels.

Wie bereits oben erwähnt, sind in jungen Stengelteilen alle Gefässbündel deutlich gegeneinander (durch Markstrahlen) abgegrenzt. Man findet unter ihnen grössere und kleinere, vollständige und unvollständige, wie im Blattstiel, und überzeugt sich leicht, dass der Bau hier und dort derselbe ist. Mit zunehmendem Alter drängen sich die Bündel zum grössten Teil in Gruppen zusammen, wo ihre Grenzlinien immer undeutlicher werden. Zwischen den Gruppen bleiben aber zunächst noch eine Anzahl vereinzelter Bündel übrig; meistens sind es kleinere, gelegentlich unvollständige. Die grösseren Bündel sind zwar oft umfangreicher, namentlich in radialer Richtung ausgedehnter als die des Blattstieles, unterscheiden sich aber sonst in der Verteilung und Anordnung der Elemente nicht wesentlich von diesen. Ausserhalb der Gefässbündel kommen in der äusseren Zone des Markes isolierte, allseitig von Grundgewebe umgebene Phloëmstränge vor. Solche „markständigen“ Bündel[1]) erkennt man zumal in Querschnitten aus jüngeren Internodien daran, dass zugehörige Gefässstränge fehlen. Wie die anderen Siebröhrenbündel nehmen sie nur den Raum einer einzigen Markzelle ein. Ein wesentlich anderes Bild zeigen Querschnitte durch ältere Stengelteile, in denen sekundäres Dickenwachstum eingesetzt hat.[2])

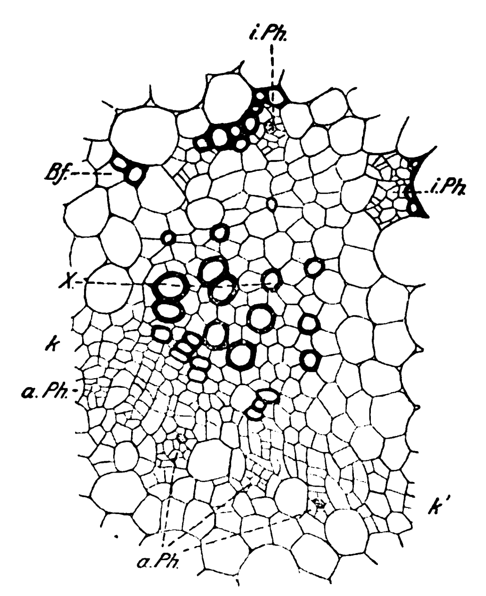


Abb. 33. Gefässbündel aus jungem Stengel mit beginnender Zwischenkambium-Bildung. X Hylem, a. Ph. äusseres Phloëm, i. Ph. inneres Phloëm, k k' Kambium, Bf isolierte Bastfasern (Vergr. 100).

c) Sekundäres Dickenwachstum.

Diesem Dickenwachstum[3]) geht die Ausbildung eines geschlossenen Kambiumringes voraus. Einzelne, nebeneinander liegende Zellen der primären Markstrahlen beginnen von neuem sich zu teilen; die Teilungswände sind meist tangential gerichtet, die entstehenden Tochterzellen tangential abgeplattet. Je eine dieser Zellen wird zur Initialzelle und schliesst sich mit den benachbarten Kambiumzellen der Gefässbündel zu einem lückenlosen

[1]) Vgl. SORAUER, 1868, S. 164; DE BARY, S. 242; DE VRIES, S. 624.
[2]) In etiolierten Trieben unterbleibt das Holzwachstum (DE VRIES, S. 247).
[3]) Vgl. DE VRIES, S. 624.

Ring kk′ zusammen. Zunächst überwiegt die Tätigkeit des faszikularen Kambiums, indem es nach innen Xylemelemente, nach aussen Phloëmelemente abgliedert. Aber bald tritt das interfaszikulare Kambium in eine gleiche rege Tätigkeit ein. So entsteht ein vollständiger Holz- und Bastring, in dem die Grenzen der einzelnen Bündel nicht mehr zu erkennen sind. An den Kanten, wo sich die 3 grösseren Bündelgruppen befanden, ist der Holzring am breitesten, zwischen denselben schmäler. Auch sonst zeigen sich Unterschiede. An den dickeren Stellen besteht der sekundäre Zuwachs des Holzes aus Gefässen (mit Tüpfelmembranen) und Fasertracheïden, an den schmäleren fast nur aus Fasertracheïden. Die hier ursprünglich vorhandenen kleineren Gefässbündel treten daher gegenüber dem

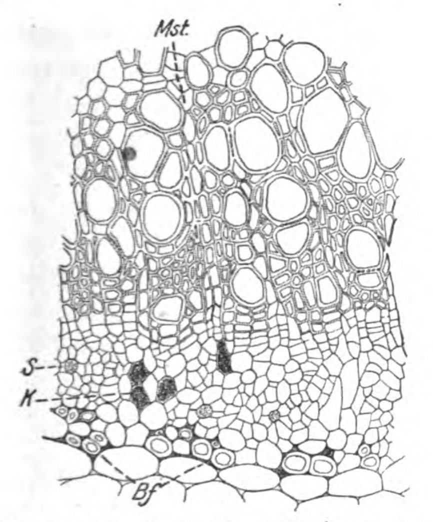


Abb. 34. Teil aus dem Gefässbündelring eines älteren Stengels (Fascikularholz) (Vergr. 100). Mst. Markstrahl, Bf. Bastfaser, S. Siebplatte, K. Kristallzelle.

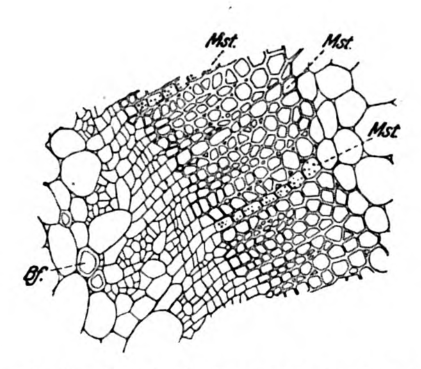


Abb. 35. Interfascikularer Teil des Gefässbündelringes. Mst Markstrahlen, Bf Bastfasern (Vergr. 100).

Zuwachs mehr und mehr zurück und werden schliesslich ganz in ihn aufgenommen. So erscheint dieser Teil des Holzringes (de Vries[1]) nennt ihn „interkalar“, obwohl er nicht ausschliesslich aus interkalarem Kambium hervorgeht) auffallend arm an Gefässen,[2]) ja stellenweise ganz gefässlos, während die vor den Kanten liegenden Teile (von de Vries „normal“ genannte) reich daran sind. Das gefässreiche Holz springt stark ins Mark vor und wird hier von einer fast ununterbrochenen Schicht von Phloëmsträngen begrenzt, an die sich zahlreiche Gruppen von Bastfasern anschliessen. Auf der Innenseite des gefässarmen Holzes sind beide nur in geringer Zahl vertreten. Auch die äusseren Phloëmteile sind verschieden:[3]) an den Kanten zu einem breiten Band entwickelt, das neben Parenchym-

[1]) a. a. O. S. 624.

[2]) Vgl. auch Himmelbaur, 1913, S. 13 und Colle, 1910, der diesen Teil als „zone fibreuse“ bezeichnet.

[3]) Vgl. de Vries, S. 625.

zellen zahlreiche Siebröhrenbündel enthält und aussen von mehr oder minder dicht gedrängten Bastfasern begleitet wird, in den Zwischenzonen dagegen nur schwach ausgebildet, zerstreute Siebröhrenbündel und vereinzelte Bastfasern führend. Nimmt man alle diese Unterschiede zusammen, so ergibt sich eine sehr bezeichnende Gliederung des Gefässbündelringes in 6 Sektoren, von denen je drei nicht benachbarte gleiche Beschaffenheit haben. Sie lassen sich vom oberirdischen Stengel aus in den unterirdischen mehr oder weniger weit verfolgen, bis sie einer ringsum gleichmässigeren Ausbildung Platz machen.

Die spärlichen Markstrahlen, welche die jungen Gefässbündelgruppen durchziehen, werden bei deren Wachstum zum grossen Teil unkenntlich; sie verschmälern sich, werden vielleicht passiv zusammengedrückt, und hören plötzlich auf. Nur ein kleiner Teil verlängert sich in dem Maſse, als Xylem und Phloëm durch sekundären Zuwachs sich vergrössern. Ihr Verlauf ist, der regelmässigen Anordnung aller Elemente, besonders der Fasertracheïden, entsprechend, ungefähr geradlinig radial. Meistens bestehen sie nur aus einer, selten aus zwei oder mehr Zellreihen.[1]) Im „interkalaren“ Holz sind die Markstrahlen etwas spärlicher als im „normalen“. Sie sind nicht immer leicht aufzufinden, da die Zellwandungen sämtlich verholzen, oft gleichzeitig mit denen der benachbarten Tracheïden, oft auch etwas später; ein brauchbares Hilfsmittel zu ihrer Erkennung sind Jodfärbungen, die den (meist beträchtlichen) Stärkegehalt der Zellen anzeigen.

d) Elemente des Xylems.

Das Xylem[2]) setzt sich zusammen aus Gefässen im engeren Sinne (= Tracheen), Gefässtracheïden, Fasertracheïden und Parenchymzellen. Die einzelnen Bestandteile, denen wir schon im Blattstiel, teilweise auch im Blatt selbst begegnet sind, sollen nun eingehender besprochen werden.

Gefässe und Tracheïden stimmen darin überein, dass sie, im erwachsenen Zustande, verdickte und verholzte Membranen haben, während das Holzparenchym dauernd dünnwandig bleibt. Die ersteren weisen in Anpassung an ihre Hauptaufgabe, die Wasserleitung, keinen lebenden Zellinhalt mehr auf; im letzteren erhalten sich stets Reste desselben.

α) Gefässe.

Die Verdickung und Verholzung der Gefässe erstreckt sich bekanntlich nicht auf die ganze Wandung. Vielmehr wechseln verdickte und unverdickte Teile regelmässig miteinander ab, und man unterscheidet danach 4 Arten von Gefässen: Tüpfel-, Netz-, Spiral- und Ringgefässe. Die ersteren sind durch eine, von mehr oder minder zahlreichen Hoftüpfeln[3])

---

[1]) Das gilt allgemein von den Solanaceen (SOLEREDER, POMRENKE, FEDDE); für die Kartoffel von SORAUER 1868, S. 164, bestätigt.

[2]) Vgl. SORAUER, S. 163 ff. SCHLEPEGRELL und FEDDE, S. 20 ff. Abb. bei HIMMELBAUR 1912, S. 16, 17, 21.

[3]) SORAUER, 1868, S. 164, nennt sie mit anderen Forschern „Poren“ und definiert sie als „Spalt, über dem durch die spätere Verdickung ein runder Trichter gebildet wird, dessen Ränder durch gegenseitigen Druck bienenzellenartig abgeflacht werden“.

durchsetzte Membran ausgezeichnet.[1]) Die Tüpfel haben die Form eines Spaltes, der quer zur Längsachse des Gefässes gerichtet ist und meist 2,5—6 μ, selten bis 10 μ lang wird, und sind von einem kreisförmigen bis querelliptischen Hof umgeben. Der Durchmesser des Hofes misst 4—10 (13) μ. Je nachdem das Gefäss an ein andres Gefäss bzw. eine Tracheïde oder an eine parenchymatische Zelle grenzt, ist der Hof auf beiden Seiten oder nur auf einer ausgebildet. Die Anordnung der Tüpfel ist im allgemeinen spiralig, ihre Dichtigkeit wechselt: bald stehen sie so dicht, dass ihre Höfe sich beinahe berühren, bald lassen sie weite Zwischenräume frei. Auf eine Fläche von $(42\ \mu)^2 = 0{,}001764$ *qmm* entfallen 14 bis 32, im Durchschnitt 22—24 Tüpfel; bei Gefässen ungleicher Weite ergaben sich keine regelmässigen Unterschiede, ebensowenig bei verschiedenen Sorten.

Bei den übrigen 3 Arten von Gefässen tritt die Membranverdickung in der Form von Leisten auf, die im Querschnitt rundlich bis abgerundet-viereckig sind und der primären Membran mit einem schmalen Fusse aufsitzen. In den Netzgefässen verläuft die Hauptmasse der Leisten quer; sie sind aber durch zahlreiche kurze, längsverlaufende Brücken untereinander verbunden, so dass ein Netzwerk mit schmäleren oder breiteren Maschen entsteht. Die Breite der Leisten beträgt 2—10 μ, ihre Höhe geht nicht über 5 μ hinaus, während die unverdickten Membranteile etwa 1 μ stark sind. Die Zwischenräume sind meistens schmäler als die Leisten, oft nur spaltenförmig, zuweilen aber auch breiter und dann von rundlicher bis fast 4eckiger (rhombischer) Gestalt. In seltenen Fällen wurden die spaltenförmigen Maschen von länglich-ovalen Höfen umschlossen. Solche Gefässe leiten also zu den Tüpfelgefässen über.

In den Spiralgefässen bilden die Leisten spiralig verlaufende Bänder. Entweder ist nur eine Spirale vorhanden oder 2 bis mehrere parallele oder auch 2 in entgegengesetzter Richtung aufsteigende. Die Zahl kann in ein und derselben Zelle wechseln, indem sich die Spiralen gabeln und wieder vereinigen. Hier und da sind benachbarte Umgänge durch kurze Längsleisten verbunden. Fälle, in denen solche Verbindungen häufiger sind, bilden Übergänge zu den Netzgefässen. Breite und Höhe der Leisten schwanken zwischen 2 und 6,5 μ. Der Abstand je zweier benachbarten Umgänge kann sehr verschieden gross sein; er ist in der Regel durchschnittlich umso geringer, je jünger das Gefäss ist. Einen brauchbaren Massstab für die Dichte der Windungen gibt die Zahl der auf 100 μ Länge entfallenden Umgänge. Als Grenzwerte fand ich einerseits 2, andrerseits 24 Umgänge.

Die Ringgefässe sind, wie der Name sagt, mit ringförmigen Verdickungsleisten versehen. Die Ringe sind meist senkrecht zur Längsachse gerichtet, seltener schräge geneigt. In der Form und den Ausmessungen

---

[1]) Die von Solereder, Pombrenke und Fedde bei einigen Solanaceen (auch Solanum Arten) beobachtete Neigung, die hofgetüpfelten Gefässe noch spiralig zu verdicken, fehlt bei der Kartoffel.

des Querschnitts stimmen sie mit den spiraligen Leisten überein. Wie diese sind sie in jungen Zellen dichter gelagert als in älteren. Auf einer Strecke von 100 μ zählte ich 2—21 Ringe. — Zuweilen sind die Ringleisten hier und da durch einen Spiralumgang verbunden; auch kommt es vor, dass innerhalb eines Gefässes auf eine Spirale eine Anzahl von Ringen folgt. Wir haben dann Übergänge zwischen Ring- und Spiralgefässen.

In allen 3 Arten von Gefässen können Thyllen[1]) vorkommen. Ich habe solche besonders im unterirdischen, seltener im oberirdischen Stengel beobachtet. Meist treten sie in geringer Zahl in ein und demselben Gefässe auf, so dass eine Verstopfung derselben zu den Ausnahmen gehört. Die Thyllen werden gewöhnlich als Ausstülpungen der an das Gefäss angrenzenden Parenchymzellen aufgefasst.[2]) Himmelbaur[3]) beobachtete aber einen Fall, bei dem diese Erklärung versagt. Das in Abb. 36 wiedergegebene Gefässstück, das eine Thylle in der Aufsicht und 2 kleinere im Durchschnitt zeigt, stammt mitten aus einem grossen Bündel des unteren Stengels, wo in der Nähe des Gefässes gar kein Parenchym vorhanden war. Die Thyllen müssen hier durch Einstülpen und Sichvergrössern der Tüpfelschliesshaut zweier Gefässe entstanden sein.

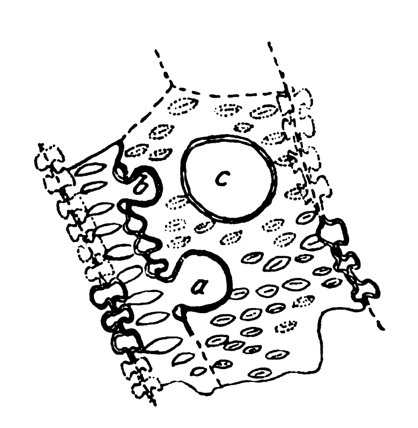


Abb. 36. Thyllenbildung durch Einstülpen und Sichvergrössern der Tüpfelschliesshaut bei zwei aneinandergrenzenden Gefässen, (nach Himmelbaur). a, b längsdurchschnittene Thyllen, c quer durchschnitten. Tüpfel und Wände der Gefässe durch punktierte Linien ergänzt (Vergr. 420).

Ring und Spiralgefässe sind in ihrem Vorkommen auf die älteren Teile des Xylems beschränkt. In jüngeren Teilen finden sich andrerseits nur Netz- und Tüpfelgefässe, im sekundären Holz fast ausschliesslich die letzteren. Diese Verteilung hängt mit den ungleichen Wachstumsverhältnissen zusammen. Die zuerst angelegten (älteren) Xylemteile erfahren im Laufe der Entwicklung ein mehr oder minder bedeutendes Längenwachstum, während die später entstandenen ihre ursprünglichen Dimensionen nur wenig ändern. Dabei ist das Wachstum der parenchymatischen Elemente ein aktives, die Gefässe werden passiv gedehnt. Zu einer solchen Dehnung sind aber nur die Ring- und Spiralgefässe geeignet, weil ihnen im Gegensatz zu den Netz- und Tüpfelgefässen die longitudinalen Verbindungen der Verdickungsleisten fehlen.

Durch die nachträgliche Längsdehnung werden die anfänglich dicht gedrängten Ringe und Spiralwindungen auseinandergerückt und gleichzeitig

[1]) Fedde, S. 21, hat nirgends Thyllenbildung gefunden, de Vries, S. 625, bisweilen. Auch de Bary, S. 178, führt Solanum tuberosum als Beispiel an.

[2]) Vgl. Rothert, S. 1182.

[3]) Himmelbaur, 1912, S. 23.

aus der queren in eine schräg aufwärts gerichtete Lage gebracht; in einzelnen Fällen kommt es sogar zu einem Zerreissen der Spiralen. Mit stärkerer Dehnung nimmt natürlich die mechanische Festigkeit ab; daher erscheinen die ältesten Gefässe durch den Druck der benachbarten Zellen oft zusammengedrückt.

Je nach dem Grade der Dehnung erreichen die Glieder der Gefässe eine grössere oder geringere Länge. Bei Netz- und Tüpfelgefässen fand ich 140—450 μ, bei Ring- und Spiralgefässen 240—600 μ. Wahrscheinlich kommen bei letzteren auch noch grössere Längen vor; sie lassen sich nur nicht so leicht feststellen, weil die Auflösung der ursprünglich die Glieder trennenden Querwände bei ihnen häufig eine vollständige ist.

Die Weite der Gefässe wird durch die Dehnung in entgegengesetztem Sinne beeinflusst. Ring- und Spiralgefässe sind durchschnittlich enger und erreichen in ein- und demselben Querschnitt niemals den gleichen Maximaldurchmesser wie die Tüpfelgefässe. Die Netzgefässe nehmen in dieser Beziehung eine Mittelstellung ein. Beispielsweise wurden in einem Stengel mittlerer Dicke als Grenzwerte gefunden: Ring- und Spiralgefässe 12—60 μ, Netzgefässe 20—75 μ, Tüpfelgefässe 20—100 μ. In einem dickeren Stengel waren die entsprechenden Zahlen 16—80 μ, 20—100 μ, 26—140 μ.[1]) Wenn die Gefässe radial gestreckt sind, was namentlich in älteren Stengeln sehr oft vorkommt, können sie in dieser Richtung bis 170 μ messen.

β) Tracheïden.

Während die Gefässe i. e. S. (Tracheen) Zellfusionen darstellen, indem sie aus Längsreihen von Zellen durch Perforation der Querwände hervorgehen (es mag hier nachgetragen werden, dass diese stets einfach, nicht leiterförmig ist und eine runde oder elliptische Form hat),[2]) sind die Tracheïden einzelne Zellen mit ringsum geschlossener Wandung. Sie sind teils den Gefässen ähnlich (Gefässtracheïden), teils nähern sie sich den Holzfasern (Fasertracheïden). Dabei sind neben typisch ausgebildeten extremen Formen alle möglichen Übergänge vertreten.

Über die Gefässtracheïden ist wenig zu sagen. In ihrer Form schliessen sie sich an die engen Tracheen mit stärker geneigten Querwänden an, d. h. ihre Enden sind mehr oder weniger verschmälert. Die Membranstruktur gleicht der der Gefässe. Es kommen sowohl ring- und spiralförmige als auch netzartige Verdickungsleisten, besonders aber getüpfelte Membranen vor. Die Tracheïden des sekundären Holzes sind nahezu ausschliesslich Tüpfeltracheïden. Die Tüpfel stehen oft weniger dicht als bei den Gefässen, namentlich die der längeren, zu den Fasertracheïden überleitenden Zellen; sie sind auch nicht immer quer, sondern zum Teil schräge gerichtet, aber stets wie die der Tüpfelgefässe mit einem einfachen oder doppelten Hofe versehen. Der Querdurchmesser geht selten über 30 μ hinaus, während die Länge typischer Gefässtracheïden etwa von 130 bis 460 μ schwankt.

---

[1]) Solereder gibt als Maximaldurchmesser 30—90 μ an.

[2]) Gilt nach Solereder, Pomrenke und Fedde für alle Solanaceen.

Die über 500 μ langen, oft aber auch schon viel kürzere Zellen sind als *Fasertracheïden*[1]) ausgebildet. In den ältesten Teilen des Xylems fehlen sie, in jüngeren sind sie verhältnismässig zahlreich; vor allem aber bilden sie die Hauptmasse des interkalaren sekundären Zuwachses.[2]) Im Querschnitt 4—6eckig und oft in regelmässigen radialen Reihen angeordnet, zeigen sie im Längsschnitt (deutlicher im tangentialen als im radialen) die charakteristische starke Zuschärfung der Endflächen (vgl. Abb. 39). Die Membran ist in stärkerem Maſse verdickt (bis 5 μ) und mit nicht sehr zahlreichen Tüpfeln versehen. Die Tüpfel sind meist schräg zur Längsachse gerichtet, spaltenförmig und von einem Hofe umgeben, dessen Durchmesser häufig hinter der Länge des Spaltes (2—6,5 μ) zurückbleibt. Gelegentlich scheinen auch unbehofte Tüpfel vorzukommen. Ich lasse es dahingestellt, ob solche Zellen als richtige Holzfasern (Libriform)[3]) aufzufassen sind. Die Dichte der Tüpfel ist an den Enden grösser als in der Mitte der Zellen und an den radialen Längswänden grösser als an den tangentialen, aber stets geringer als bei den Tüpfelgefässen. Der Querdurchmesser der Fasertracheïden wurde zu 6—46 μ gefunden, die Länge zu 300—1040 μ.

γ) Parenchym.

Das Holzparenchym ist schwach entwickelt;[4]) es findet sich hauptsächlich in den ältesten Xylemteilen, wo es die Gefässe mantelförmig umgibt;[5]) ausserdem kommen in älteren Teilen vereinzelt Gruppen oder Reihen von Parenchymzellen vor. Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Elementen haben sie unverholzte, dünne Membranen und führen stets lebenden Inhalt, oft Stärkekörner, seltener Kristallsand. Ihre Form ist im Querschnitt rundlich bis vieleckig, im Längsschnitt rechteckig oder an einem Ende zugeschärft. Der Durchmesser beträgt 8—40 μ, in dickeren Stengeln bis 50 μ, während für die Länge 40—140 μ gefunden wurde; die Zellen sind demnach die kleinsten des Xylems, haben aber mit den übrigen Elementen die Streckung in der Längsrichtung des Stengels gemeinsam.

e) Elemente des Phloëms.

Im Vergleich mit dem Xylem ist das Phloëm verhältnismässig einfach und gleichförmig gebaut. Es setzt sich aus Siebröhren, Geleitzellen und Parenchym zusammen und ist in den meisten Fällen von Sklerenchym- oder Bastfasern begleitet. Von den letzteren abgesehen, haben sämtliche Zellen des Phloëms dünne, nicht verholzende Wandungen und lebenden Inhalt. Sie erreichen durchweg nur geringen Querdurchmesser. Auf Querschnitten durch jüngere Stengelteile erscheinen sie innerhalb wie ausserhalb

---

[1]) Von de Vries, S. 625, als „Holzfasern" bezeichnet.

[2]) Daher „zone fibreuse" bei Colle.

[3]) Nach Fedde, S. 23, ist dieses bei den Solanaceen selten typisch ausgebildet. In der Gattung *Solanum* hat *S. verbascifolium* nur einfache Spaltentüpfel, *S. jasminoides* nur Hoftüpfel und *S. pseudocapsicum* beide Formen.

[4]) Wie nach Fedde, S. 21, Pombenke u. a. bei allen Solanaceen.

[5]) Von Fedde (S. 21) „paratracheales Parenchym" genannt.

des Xylemringes zu deutlich abgegrenzten Gruppen vereinigt, die insgesamt häufig nicht grösser sind als eine einzige der benachbarten Mark- oder Rindenzellen.[1]) In älteren Stengelteilen bleiben die inneren Phloëmstränge zum grössten Teile gut unterscheidbar, während die äusseren mehr oder weniger dicht zusammengedrängt sind. Das gilt namentlich von dem Teile des Bastringes, der an den Kanten des Stengels liegt und hier gleich dem Xylem seine grösste Mächtigkeit erreicht.[2]) Diese Veränderung des äusseren Bastes wird durch den sekundären Zuwachs hervorgerufen, der dem inneren Phloëm, wie schon früher hervorgehoben wurde, abgeht. Die vom Kambium nach aussen abgegebenen Phloëmelemente zeigen meist eine deutliche radiale Anordnung und geben infolgedessen dem sekundären Bast ein mehr gleichförmiges Aussehen.

α) Siebröhren.

Wir gehen zur Besprechung der einzelnen Elemente über. Das wichtigste unter ihnen, das dem Phloëm seinen eigentümlichen Charakter gibt, stellen die Siebröhren dar. Sie gehen, ähnlich den Tracheen des Holzes, aus Längsreihen von Zellen hervor. Indem die ursprünglichen Querwände siebartig durchlöchert werden, entstehen zusammenhängende Röhren, deren Teile allerdings dauernd erkennbar bleiben und, im Unterschied von den Gliedern der Tracheen, eine gewisse Selbständigkeit behalten. Die Querwände sind entweder horizontal oder schräge gerichtet und enthalten in der Regel nur *eine* grosse „Siebplatte“, die bis auf einen schmalen Rand die ganze Fläche einnimmt, selten zwei durch einen breiteren Balken getrennte Platten. Ihre Gestalt ist meist kreisrund bis elliptisch, zuweilen auch abgerundet-vieleckig bis fast viereckig. Die Poren — sie werden als Tüpfel angelegt, deren Schliesshaut später resorbiert wird[3]) — sind klein[4]) (weniger als 1 μ), rundlich und ziemlich dicht gelagert. So zählte ich z. B. auf einer Platte

von	17 μ	Länge,	8 μ	Breite	(106 μ^2)	ca.	50	Poren,
„	20 „	„	15 „	„	(236 μ^2)	„	100	„
„	20 „	„	20 „	„	(314 μ^2)	„	90	„
„	25 „	„	10 „	„	(196 μ^2)	„	70	„
„	14 „	„	12 „	„	(132 μ^2)	„	55	„
„	24 „	„	10 „	„	(188 μ^2)	„	95	„

Auf Längsschnitten erscheinen die Poren als schmale, überall gleich weite oder am Ende etwas verbreiterte Kanäle, welche die ganze Dicke der Siebplatte durchsetzen. Sie lassen zwischen sich die nicht aufgelösten Teile der Membran in Gestalt viereckiger, oben und unten oft etwas vorgewölbter

[1]) Vgl. Vesque, 1875, S. 140; Sorauer, 1868, S. 164; de Vries, S. 623; Himmelbaur, 1913, S. 11.

[2]) Vgl. de Vries, S. 625.

[3]) Vgl. Schmidt, S. 23—24.

[4]) Daher von de Vries noch nicht bemerkt: er bezeichnet (S. 623) die Siebröhren als „imperforierte Gefässe“.

Leisten erkennen. Durch die Poren stehen die Inhalte der beiderseits gelegenen Röhrenglieder miteinander in offener Verbindung.

Die Siebröhren führen nämlich im Gegensatz zu den Gefässen auch im ausgewachsenen Zustande lebenden Inhalt, wie man bei Färbung beispielsweise mit Jodjodkalium leicht erkennt. Wenn man in der gewöhnlichen Weise Schnitte von frischem Material nimmt, sieht man das Plasma die Längswände in dünner Schicht überziehen und sich an einem Ende der Zelle anhäufen. Die Siebplatte scheint auf einer Seite mit einem mehr oder weniger weit in die Zelle ragenden „Pfropfen" versehen (der sich übrigens dunkler färbt), während auf der anderen nur ein dünner Beleg erkennbar ist. Auf dieser letzteren bemerkt man bisweilen an den Ausgängen der Poren kleine runde Knöpfchen oder Tröpfchen, die sich gleichfalls dunkler färben. Solche Bilder geben aber, neueren Untersuchungen zufolge, die tatsächlichen Verhältnisse nicht richtig wieder. Es sind „Kunstprodukte" [1]), die dadurch zustande kommen, dass beim Herstellen der Schnitte die Siebröhrenglieder teilweise geöffnet werden und sich entleeren; infolge des Turgors benachbarter Zellen setzt sich auch der Inhalt der folgenden Glieder nach der Öffnung hin in Bewegung, wobei der leichtflüssige Zellsaft die Poren der Siebplatten ungehindert passiert, das zähflüssige Plasma (gewöhnlich als „Schleim" bezeichnet) aber nur zu einem geringen Teile hindurchgepresst wird. Die Folge muss eine einseitige Ansammlung desselben unterhalb der Querwände sein. Ganz anders gestaltet sich das Bild, wenn man die Zellen vor dem Schneiden durch kochendes Wasser abtötet und so des Turgors beraubt. Man findet dann den Inhalt nahezu gleichmässig durch die ganze Siebröhre verteilt.

Im Protoplasma sind häufig zahlreiche kleine Stärkekörner eingebettet. [2])

Was den Zellkern betrifft, so gelten die fertigen Siebröhren bekanntlich als kernlos. Neuerdings hat aber SCHMIDT [3]) durch Anwendung besonderer Fixations- und Färbemethoden und Zerlegung ganzer Siebröhrenglieder in Mikrotomschnitte nachgewiesen, dass bei *Trapa natans, Viktoria regia* und *Cucurbita Pepo* auch in ausgewachsenen Siebröhren ein Kern vorhanden ist. Damit ist die Kernfrage, die bisher in negativem Sinne gelöst schien, von neuem aktuell geworden. Leider war es mir noch nicht möglich, unter Anwendung der SCHMIDTschen Methoden zu entscheiden, wie die Verhältnisse bei der Kartoffel liegen.

Die Membran der Siebröhren besteht nach SCHMIDT [4]) wie die gewöhnlicher Parenchymzellen, aus Zellulose und gliedert sich in mehrere, nach Quellung optisch unterscheidbare Lamellen.

---

[1]) Vgl. ROTHERT, S. 1184.
[2]) BLASS, S. 264, fand bei der Kartoffel kein „Amylum",
[3]) a. a. O., S. 45 ff.
[4]) a. a. O., S. 9.

Auch die Siebplatte besteht ursprünglich nur aus Zellulose. Im Verlauf der Entwicklung aber überzieht sie sich — zuerst in den Poren — mit einer ständig dicker werdenden Schicht von „Kallose", wodurch gegen Ende der Vegetationsperiode, oder auch früher, die Poren völlig verschlossen werden. An die Stelle der Siebplatten treten dann dicke, eigenartig glänzende Kallosekissen. Solche Röhren sind naturgemäss funktionsunfähig; sie unterliegen einer fortschreitenden Desorganisation, die sich u. a. darin äussert, dass die einzelnen Glieder von den Seiten eingedrückt werden, unter Umständen bis zum völligen Schwinden ihres Lumens. Zwischen den Wänden bleiben schliesslich nur die genannten Kallosemassen deutlich erkennbar.

Wenn zwei Siebröhrenglieder der Länge nach aneinander grenzen, was nur selten vorkommt, weist die Scheidewand eine Reihe von rundlichen oder unregelmässig gestalteten „Siebfeldern" auf, die von zahlreichen kleinen Poren durchsetzt erscheinen und im Spätsommer mit Kallose belegt werden. Ob diese Poren ebenso gebaut sind wie die der Querwände, konnte ich bei der Seltenheit ihres Vorkommens nicht feststellen.

Die Siebröhren verschiedener Phloëmstränge laufen im allgemeinen unvermittelt nebeneinander. Nur hier und da sind sie durch schräg oder bogig ansteigende Querverbindungen, die aus kurzen Gliedern bestehen, verknüpft. Die Siebplatten derselben nehmen natürlich eine schräge oder senkrechte Lage ein.

Der Querdurchmesser der Siebröhren liegt meist zwischen 10 und 30 μ (selten kleiner, noch seltener grösser), die Länge der einzelnen Glieder zwischen 100 und 300 μ.[1])

β) Geleitzellen.

Neben den Siebröhren bilden die Geleitzellen einen regelmässigen Bestandteil der Phloëmstränge. Sie sind im Querschnitt vieleckig, häufig 4eckig, selten abgerundet und haben nur eine geringe Weite (4—14 μ), wodurch sie sich von der Mehrzahl der Siebparenchymzellen deutlich unterscheiden.[2]) Auf Längsschnitten (vgl. Abb. 37b) erscheinen sie als schmale, rechteckige, oft in kürzeren oder längeren Vertikalreihen angeordnete Zellen, die stets auf einer Seite an eine Siebröhre grenzen. Die oberen und unteren Scheidewände liegen häufig in gleicher Höhe mit den Siebplatten, in anderen Fällen wenig höher oder tiefer, derart, dass im ganzen auf ein Siebröhrenglied eine Geleitzelle kommt und die Länge beider ungefähr übereinstimmt. Nur selten bemerkte ich neben einem Glied zwei Geleitzellen, die zusammen ebenso lang waren wie dieses. Alle diese Beobachtungen sprechen dafür, dass wir es in den Geleitzellen mit Schwesterzellen der Siebröhrenglieder zu tun haben. Die Siebröhrenmutterzelle erfährt eine oder mehrere Längsteilungen, und von den so entstandenen Tochterzellen wird die grösste zum Siebröhrenglied, die übrigen,

[1]) Quanjer, 1913, S. 53, gibt (für gesunde Pflanzen) 121—185 μ an.

[2]) Vgl. Quanjer, 1913, S. 52.

englumigeren zu Geleitzellen. Diese letzteren werden dann ev. durch Querteilung in 2 Enkelzellen zerlegt. — Die Geleitzellen führen reichen plasmatischen Inhalt; der grosse, meist länglich bis spindelförmig gestaltete Kern ist stets deutlich erkennbar. Ihre Membranen sind, soweit sie an Siebröhren grenzen, mit kleinen, nicht immer deutlichen Tüpfeln versehen.

Die physiologische Funktion der Geleitzellen steht noch nicht fest. Ihre histologischen Beziehungen zu den Siebröhren deuten darauf hin, dass sie irgendwie in den Stoffwechsel derselben eingreifen. HABERLANDT[1]) hat neuerdings die Behauptung aufgestellt, dass die Geleitzellen als Sekretzellen fungieren, in denen gewisse, noch unbekannte Wuchsenzyme gebildet werden. Er beobachtete nämlich, dass aus dem Mark der Kartoffelknolle geschnittene Gewebeplatten von 3—4 Zellenlagen nur dann Zellenteilungen aufweisen, wenn sie Phloëmelemente enthalten. Wieweit diese Deutung richtig ist, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

γ) Parenchym.

Über das dritte Element des Phloëms, das Siebparenchym, ist wenig zu bemerken. Es ist nur in den Fällen als besonderes Element gut erkennbar, wo der Phloëmstrang gegen seine Umgebung scharf abgesetzt ist, also am besten in den intraxylären Strängen, und erscheint hier von den Siebröhren und Geleitzellen durch seinen grösseren Durchmesser unterschieden. Wo eine solche Abgrenzung fehlt, geht das Siebparenchym allmählich in das Grundgewebe des Markes bzw. der Rinde über. In seiner typischen Ausbildung ist es dem Holzparenchym sehr ähnlich. Die Zellen sind im Querschnitt vieleckig und in der Richtung des Stengels gestreckt. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 10—40 μ, die Länge von 40—130 μ. Sie enthalten stets Plasma, aber weniger als die Geleitzellen, oft Stärke und gelegentlich Kristallsand. Wie sämtliche Phloëmelemente haben sie eine dünne und nicht verholzende Membran.

Bastfasern.

Als Elemente, die nicht zum eigentlichen Phloëm gehören, aber in ihrem Vorkommen eng mit ihm zusammenhängen, schliesse ich hier die Sklerenchym- oder Bastfasern an. Sie treten meistens in unmittelbarer Anlehnung an die Phloëmstränge auf, seltener unabhängig von diesen im Mark. Einzeln oder in Gruppen geordnet, bilden sie auf der äusseren Seite des äusseren und auf der inneren Seite des inneren Phloëms mehr oder minder dichte Bastbelege. In älteren Stengelteilen sind namentlich die äusseren Bastfasern in grosser Zahl vorhanden und streckenweise in 1—2schichtigen Reihen lückenlos aneinanderschliessend.[2]) Zur Ausbildung eines vollständigen Ringes kommt es allerdings nie, da die Bastfasern an den schmalen (interkalaren) Teilen des Gefässbündelringes stets viel weniger zahlreich sind als an dem breiten, vor den Kanten liegenden Teilen.[3])

---

[1]) a. a. O., S. 343 (zitiert nach SCHMIDT, S. 81).

[2]) Nach VESQUE, 1875, S. 140, sind bei den Solonaceen im allgemeinen die inneren Bastfasern zahlreicher.

[3]) Vgl. DE VRIES, S. 625.

Die letzteren weisen auch auf ihrer Innenseite oft stark entwickelte, mehrschichtige Bastbelege auf. In den jüngsten Stengelteilen sind noch keine Bastfasern zu bemerken; doch erfahren die dem Phloëm angrenzenden Zellen bald kollenchymatische Membranverdickungen, und aus ihnen gehen früher oder später typische Bastfasern hervor.

Die Gestalt der Bastfasern ist spindelförmig; sie werden an den Enden allmählig schmäler und laufen in eine etwas abgerundete Spitze aus. Gelegentlich findet auch eine Gabelung in 2 ungleich lange Äste statt. Die Aussenseite ist in der Regel glatt; nur selten erhält sie dadurch ein „knorriges" Aussehen[1]), dass die Wandungen in die Interzellularen der benachbarten kurzen Parenchymzellen vorspringen. Der Querschnitt der Fasern ist rundlich oder bei dichter Aneinanderlagerung abgeplattet-vieleckig. Die Membran weist meistens eine beträchtliche Verdickung[2]) auf,

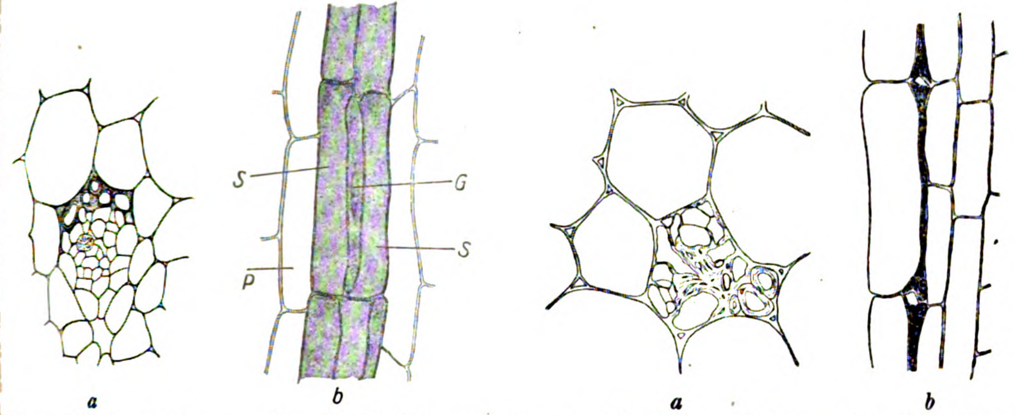


Abb. 37. Normales Phloëm aus dem Stengel einer gesunden Pflanze. a im Querschnitt, b im Längsschnitt (Vergr. 160). S Siebröhren, G Geleitzellen, P Parenchym

Abb. 38. Nekrotisches Phloëm aus dem Stengel einer kranken Pflanze. a Querschnitt, b Längsschnitt (nur eine zusammengedrückte Siebröhre darstellend). (Vergr. 160

die stellenweise bis zum völligen Schwinden des Lumens führen kann. Bei einem äusseren Durchmesser von 10—70 μ wurden Membrandicken bis zu 16 μ gemessen; dabei haben nicht immer die breiteren Fasern auch die grössere Dicke, viel häufiger sind gerade schmälere verhältnismässig stark verdickt. Die Membran besteht anfangs aus Zellulose, ist aber durch einen matten Perlmutterglanz von den übrigen Membranen unterschieden; später verholzt sie in schwachem Grade, was sich in einer hellrosa Färbung bei Behandlung mit Phloroglucin und HCl äussert[3]). Die Verholzung schreitet konzentrisch von aussen nach innen fort, erstreckt sich aber nur auf die ringsum gleichmässig ausgebildeten Verdickungsschichten, nicht auf die ungleichmässigen, kollenchymartigen Verdickungen, die sich eventuell nach aussen zu anschliessen (vgl. oben). Die Membran wird von spaltenförmigen, einfachen Tüpfeln durchsetzt, die in der Längsrichtung der Faser

[1]) Vgl. Fedde, S. 14.
[2]) Vgl. Schlepegrell, Sorauer, 1868, Fedde, S. 14, de Vries, S. 623.
[3]) Vgl. Fedde, S. 15.

gestreckt sind und stets nur in beschränkter Zahl auftreten. Der lebende Inhalt der Bastfasern verschwindet frühzeitig. Was endlich ihre Länge betrifft, so kann sie recht ansehnliche Werte erreichen; ich habe bis zu 3,5 *mm* gemessen, während sie meistens 1—2,5 *mm* betragen dürfte.

Nekrose.

Im Anschluss an die Besprechung des Phloëms soll noch mit einigen Worten auf die sog. „Phloëmnekrose“ eingegangen werden. Dieser Begriff ist erst neuerdings durch Quanjer in die pflanzenpathologische Literatur eingeführt worden. Er versteht darunter die Erscheinung[1]), dass die Wandungen der Siebröhren und Geleitzellen unter Gelbfärbung aufquellen und das Lumen mehr und mehr einengen, bis sie schliesslich mit den Resten des Protoplasmas zu einer gelblichen, strukturlosen Masse zusammenfliessen. Gegenüber konzentrierter Schwefelsäure und den üblichen Holzreagentien verhalten sie sich wie stark verholzte Membranen[2]). Durch ihre Schrumpfung und Verholzung wirken die abgestorbenen Zellen zerrend auf das benachbarte Parenchymgewebe ein, so dass dieses sich oft strahlig um die Phloëmstränge herum anordnet[3]). Die Entwicklung der Nekrose lässt sich besonders in den markständigen Phloëmsträngen gut verfolgen. Sie beginnt an den Ecken, die den begleitenden Bastfasergruppen zunächst liegen, mit einer leichten Quellung der Zellwände. Die Quellung greift allmählig auf sämtliche Siebröhren und Geleitzellen über, während das Parenchym unverändert bleibt. Dann werden die Wände zusammengedrückt, der Inhalt verschwindet bis auf geringe Reste. Schliesslich sind gar keine Lumina mehr zu unterscheiden, und die gequollenen, inzwischen gelblich verfärbten Membranen scheinen zusammengeflossen zu sein. Nach Qanjer[4]) setzt der Schrumpfungsprozess ein, bevor die Siebröhren ganz ausgewachsen sind; dementsprechend beobachtete er, dass die desorganisierten Glieder im Durchschnitt kürzer waren als normale (bei der Sorte „Paul Krüger“ z. B. 104 μ gegenüber 156 μ).

Es liegt auf der Hand, dass ein derartig verändertes Phloëm seiner Aufgabe nicht mehr genügen kann. Wenn die Mehrzahl der Phloëmstränge eines Stengels in dieser Weise ausser Funktion gesetzt wird, muss in der Ableitung der Assimilate aus den Blättern und in ihrer Zuleitung zu den Vegetationspunkten und Reservestoffbehältern eine Stockung eintreten, die unter Umständen für den Ablauf der Lebensvorgänge in der ganzen Pflanze entscheidende Bedeutung gewinnen kann.

Quanjer[5]) beobachtete die Phloëmnekrose ausschliesslich bei blattrollkranken Pflanzen und zog daraus den Schluss, dass die Nekrose zwar nicht die letzte, aber doch die nächste Ursache der Krankheit sei. Die

[1]) Vgl. Quanjer, 1913, S. 50—52.

[2]) Schander und v. Tiesenhausen (S. 122) konnten eine solche Verholzung nicht feststellen.

[3]) Vgl. Quanjer, 1913, Tafel VII, 2 und Tafel VIII, 3.

[4]) a. a. O., S. 53—54.

[5]) Quanjer, 1913, S. 48.

bekannten äusseren Merkmale der typischen Blattrollkrankheit, wie das Kleinbleiben des Krautes, der geringe Knollenertrag usw., finden in der Tat durch die Sperrung dieser Leitungsbahnen eine plausible Erklärung. Aber eine Nachprüfung der Frage von SCHANDER und v. TIESENHAUSEN[1]) ergab, dass die als Nekrose beschriebene Erscheinung nicht nur in blattrollkranken, sondern auch in bukettkranken und von *Phytophthora* befallenen Pflanzen, ferner in gesunden Pflanzen, deren Blättchen künstlich gerollt waren, und in vollkommen gesunden, üppig gewachsenen Pflanzen zur Zeit der Reife auftreten kann. Sie ist also kein spezifisches Merkmal der Krankheit und kann, da die Theorie QUANJERS mit dieser Voraussetzung steht und fällt, zur Erklärung nicht herangezogen werden. Die Nekrose des Phloëms ist nach SCHANDER und v. TIESENHAUSEN nur ein Symptom der Blattrollkrankheit, eine sekundäre Erscheinung, die vielleicht durch Funktionsstörungen in den Blättern bedingt ist. Solche Störungen können im Zusammenhang mit sehr verschiedenen Krankheiten und Schädigungen eintreten. Das Phloëm der Kartoffel scheint in der Beziehung besonders empfindlich zu sein; denn die nahe verwandte Tomate, die gleichfalls häufig starkes Blattrollen zeigt, weist niemals ähnliche Desorganisationserscheinungen in erheblichem Maſse auf.

Diese schwerwiegenden Einwände haben QUANJER nicht vermocht, von seinem Standpunkte abzugehen. In einer zweiten Arbeit (1916) hat er neues Beweismaterial für seine Theorie beigebracht und diese weiter ausgebaut. Ich habe daraufhin eine nochmalige Prüfung der Frage vorgenommen, bin aber zu demselben Ergebnis gekommen wie SCHANDER und v. TIESENHAUSEN. Indem ich bezüglich der Einzelheiten auf meine an andrer Stelle veröffentlichten Ausführungen verweise, möchte ich hier nur betonen, dass auch nach meinen Untersuchungen die Nekrose des Phloëms kein spezifisches Merkmal der Blattrollkrankheit ist, sondern sich ebenso bei andren Krankheiten und — gegen Ende der Vegetation — in gesunden Pflanzen findet. Verschiedene Beobachtungen sprechen dafür, dass wir es in der Phloëmnekrose mit einer, der Kartoffel eigentümlichen Alterserscheinung, einem Symptom der Reife zu tun haben.

Wie schon SCHANDER und v. TIESENHAUSEN[2]) hervorheben, tritt die Nekrose im Frühsommer nur ganz vereinzelt, im Herbst dagegen fast in jeder Staude auf. Häufig ist sie in den unteren, älteren Stengelteilen stärker ausgeprägt als in den oberen, also jüngeren. In den frühzeitig angelegten intraxylären Phloëmsträngen lässt sie sich eher feststellen als in den später gebildeten extraxylären Strängen. Ferner nimmt sie innerhalb des Phloëms ihren Ausgang von den ältesten, an die Bastfasern angrenzenden Teilen (s. oben), während sie auf die jüngeren Elemente des sekundären Bastes nicht oder nur ausnahmsweise übergreift.[3]) Vor allem

---

[1]) a. a. O., S. 115—124.
[2]) a. a. O., S. 121.
[3]) Vgl. QUANJER, 1913, S. 53—54.

aber hat die Nekrose eine grosse Ähnlichkeit mit der in der Rinde mancher Holzpflanzen beobachteten und als „Obliteration der Siebröhren" beschriebenen Alterserscheinung.

DE BARY [1]) gibt von der Obliteration folgende Schilderung: „Die obliterierten Siebröhren erscheinen bis zum *Schwinden ihres Lumens* von den Seiten her zusammengedrückt. Ihr Bau, auch der der siebtragenden Gliedenden, wird undeutlich, bis zur völligen Unkenntlichkeit; ihre Wände erscheinen wie leicht *aufgequollen*, doch liegen keine Messungen vor, welche die Quellung wirklich erweisen. Wo die Röhren einzeln stehen, sind sie nach dem Zusammensinken leicht zu übersehen, sie scheinen auf den ersten Blick ganz verschwunden. Wo sie zu grösseren Gruppen zusammengestellt sind, erscheint die Gesamtheit ihrer Membranen auf Durchschnitten wie eine *homogene, gelatinöse Masse*, in welcher die komprimierten Lumina als enge, krumme Spalten oder Striche, die ursprünglichen Seitengrenzen als undeutliche Linien sichtbar sind." „Die Obliteration der Siebröhren beginnt in den *ältesten* äusseren Rindenzonen und schreitet in zentripetaler Richtung fort." Als Ursache der Obliteration sieht DE BARY den beim Dickenwachstum wirksam werdenden tangentialen Zug und radialen Druck an, fügt aber hinzu, dass vielleicht eine davon unabhängige Veränderung der obliterierenden Organe, speziell ihres Inhalts, die primäre und der Druck nur eine mitwirkende Ursache der Erscheinung ist.

Auch TSCHIRCH [2]) berührt die Obliteration der Siebröhren; er sagt darüber: „Bei weitem häufiger als der Verschluss durch Kallus kommt es vor, dass die Siebröhren, welche aus dem Verkehr ausgeschaltet werden sollen, obliterieren. Dies geschieht dadurch, dass die Siebröhren (samt Geleitzellen und Kambiform, [3]) nachdem sie ihren Inhalt verloren haben, durch den Turgor der benachbarten Zellen derartig zusammengedrückt werden, dass *die eine Wand die andre vollständig berührt oder doch nur ein ausserordentlich feines spaltenförmiges Lumen zurückbleibt.*"

Am eingehendsten hat sich BLIESENICK mit der Obliteration beschäftigt. Er kommt zu folgenden Schlüssen [4]): „Den definitiven Verschluss der Siebröhrenelemente bei den dikotylen Holzpflanzen bildet die Obliteration, und zwar tritt der Zusammenfall dieser Organe erst nach Entleerung des Inhalts ein und schreitet allmählich, wie der Inhalt fortgeht, vor, indem der Druck der umgebenden Gewebe die sekundäre Ursache ist. — Bei Angiospermen verfallen der Obliteration in der sekundären Rinde: die Siebröhren nebst Geleitzellen und das Kambiform, *nicht das Phloëmparenchym.* Im Herbst, wenn die Entleerung der Siebelemente stattfindet, werden die *äusseren* derselben durch Obliteration aus dem Verkehr ausgeschieden. In allen Rinden obliterieren die Siebelemente früher oder später, das Protophoëm zuerst."

---

[1]) a. a. O., S. 557.

[2]) a. a. O., S. 337.

[3]) Das Phloëmparenchym beteiligt sich also nicht daran.

[4]) a. a. O. S. 26—27.

Vergleicht man diese Schilderungen der Obliteration mit dem, was oben über die Nekrose gesagt wurde, so ergibt sich Übereinstimmung in folgenden Punkten:

1. Von der Desorganisation werden nur die Siebröhren und Geleitzellen, nicht das Phloëmparenchym betroffen.
2. Sie schreitet von den ältesten zu den jüngeren Teilen fort.
3. Der Inhalt der Siebelemente verschwindet.
4. Die Wandungen werden zusammengedrückt, bis von dem Lumen höchstens noch schmale Spalten übrig bleiben.
5. Die Wandungen quellen auf.

Als besondere Eigentümlichkeiten der Nekrose verbleiben demnach einmal die gleichzeitige Gelbfärbung der Membranen und sodann ihre Verholzung. Diese Begleitumstände deuten darauf hin, dass die Nekrose mit Stoffwechselstörungen zusammenhängt, die bei der Obliteration nicht vorliegen. Wenn die Nekrose *nur* bei blattrollkranken Pflanzen aufträte, läge die Annahme nahe, dass sie eine Folgeerscheinung von physiologischen Störungen ist, die das Wesen der Krankheit ausmachen[1]). Da die Nekrose aber auch bei anderweitig erkrankten und bei gesunden, sich der Reife nähernden Pflanzen vorkommt, dürfte es sich um Stoffwechselvorgänge handeln, die allgemein dem Absterben des Kartoffelkrautes vorausgehen.

Jedenfalls glaube ich, dass die Phloëmnekrose als eine, der Kartoffel eigentümliche Alterserscheinung zu betrachten und ihr häufigeres und früheres Auftreten in kranken Pflanzen als Symptom einer Notreife zu deuten ist.

Markstrahlen.

Als letzte der im Stengel vertretenen Gewebearten sind die Markstrahlen zu besprechen. In jüngeren Stengelteilen haben sie keine ausgeprägte Eigenart; ihre Zellen stimmen in der Form mit denen des Markes und der Rinde überein und sind nur teilweise durch einen geringeren Querdurchmesser von diesen unterschieden. In älteren Stengeln dagegen, besonders nachdem das sekundäre Dickenwachstum begonnen hat, sind ihre charakteristischen Eigentümlichkeiten deutlicher ausgebildet. Auf Querschnitten erscheinen sie als radiale Zellreihen, die entweder einzeln oder zu zweien (selten in grösserer Zahl nebeneinander) die ganze Breite des Gefässbündelringes durchsetzen (primäre Markstrahlen) oder sich vom Kambium aus mehr oder weniger weit in das Xylem und Phloëm hinein erstrecken (sekundäre Markstrahlen). Die einzelnen Zellen haben meistens 4 eckige Form und sind radial abgeplattet. Auf Tangentialschnitten sehen die Markstrahlen schmal-spindelförmig aus; die senkrecht übereinander liegenden Zellen sind abgerundet 4 eckig bis oval oder (am oberen und unteren Ende) verschmälert, längsgestreckt oder allenfalls quadratisch. Ihre Höhe schwankt zwischen 0,03 und 3,2 *mm*, die Zahl der Zellschichten von 1—38. Soweit die Strahlen aus zwei oder mehr nebeneinanderliegenden

[1]) Diese Auffassung stellt auch HIMMELBAUR (1913, S. 25) zur Diskussion.

Reihen bestehen, lassen sie häufig kleine Interzellularen erkennen. In Radialschnitten bilden die Markstrahlen horizontal verlaufende Bänder von verschiedener Breite. Die einzelnen Zellen sind 4 eckig und haben oft gebogene Längswandungen (Tangentialwandungen); sie erreichen ihre grösste Ausdehnung bald in vertikaler, bald in horizontaler Richtung, zeigen also eine Differenzierung in „stehende“ und „liegende“ Markstrahlzellen, denen vielfach verschiedene Aufgaben zugeschrieben werden[1]. Die Membran ist dünner oder wenig verdickt (bis 2,5 μ), innerhalb des Xylems auf vorgeschrittenen Entwicklungsstufen verholzt, innerhalb des Phloëms stets unverholzt, und mit einfachen, rundlichen oder länglichen Tüpfeln versehen. Die Tüpfel, durchweg sehr klein, selten bis 5 μ gross, zeigen keine regelmässige Anordnung; sie scheinen auf den Tangentialwänden zahlreicher zu sein als auf Radialwänden. — Was die Grösse der Markstrahlzellen betrifft, so ergaben Messungen an Tangentialschnitten eine Breite von

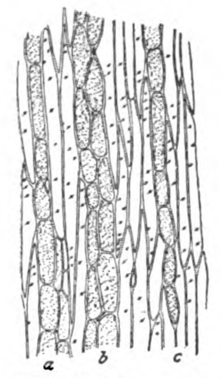


Abb. 39. Markstrahlen aus dem sekundären Holz im Tangentialschnitt (Vergr. 70). a oben ein-, unten zweireihig, b zweireihig, c Ende eines einreihigen Markstrahls. Zwischen den Markstrahlen Fasertracheïden.

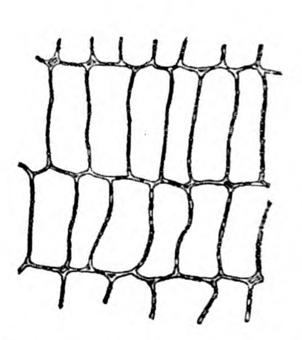


Abb. 40. Markstrahl aus dem sekundären Holz, im Radialschnitt (Vergr. 110).

10—30 μ und eine Länge von 20—200 μ (Verhältnis 1 : 1 bis 1 : 14), an Radialschnitten in horizontaler Richtung 15—90 μ, in vertikaler Richtung 40—220 μ (Verhältnis 2 : 1 bis 1 : 1 bis 1 : 10). — Im Zellinhalt lassen sich sehr oft Stärkekörner, gelegentlich Sand und Einzelkristalle von Kalziumoxalat feststellen.

III. Stolonen.

Die Stolonen, auch Ausläufer oder Tragfaden genannt, sind als Zweige des unterirdischen Stengels zu betrachten. Sie wachsen aus den Achselknospen kleiner, vergänglicher Blattschuppen hervor, erreichen eine, je nach der Sorte und den Bodenverhältnissen verschiedene Länge und verzweigen sich mehr oder minder häufig. Die Seitenzweige entspringen ebenfalls in den Achseln schuppenförmiger Blättchen und schwellen, wie

---

[1] Siehe ROTHERT, S. 1265—1266.

die Hauptzweige, an ihren Enden zu Knollen an. Für eine normale Ausbildung der Ausläufer und der Knollen ist es unerlässlich, dass sie sich im Dunkeln, also im Boden, entwickeln; wenn unterirdisch angelegte Ausläufer gelegentlich die Erdoberfläche durchbrechen, wachsen sie meist zu beblätterten Sprossen heran.

Querschnitt.

Der Durchmesser der ausgewachsenen Stolonen ist an ihrer Ansatzstelle am grössten, etwas unterhalb der Knolle am kleinsten und nimmt zwischen diesen beiden Punkten kontinuierlich ab oder schwillt an einzelnen Stellen vorübergehend an. Im allgemeinen schwankt er zwischen 1 und 5 *mm*, bei jüngeren Stolonen und an Seitenzweigen ist er oft kleiner. Der Querschnitt hat eine rundliche Form und weist in seiner Gewebeverteilung, wie zu erwarten, grosse Ähnlichkeit mit dem unterirdischen Stengel auf. Man sieht ein zentrales Mark, einen Gefässbündelring und eine peripherische Rinde, die nach aussen von der Epidermis oder einem Periderm abgegrenzt ist.

Epidermis.

Die Epidermis[1]) ist einschichtig, 16—40 μ dick, und besteht aus lückenlos verbundenen, im Querschnitt abgerundet-viereckigen Zellen, die mehr oder weniger deutlich in der Längsrichtung gestreckt sind. Ihre Breite ist 10—50 μ, ihre Länge um das 2—17 fache grösser (40 bis 320 μ). In der Umgebung der Spaltöffnungen überwiegen kleine, nahezu isodiametrische Zellen. Die Aussenwand ist schwach vorgewölbt und dicker als die Seitenwände (bis 4 μ). Auch die Innenwand zeigt zuweilen Verdickungen, besonders an den Stellen, wo sie mit den Zellen der nächstinneren Schicht zusammenstossen. Eine Kutikula ist nicht nachweisbar. An älteren Stolonen werden den Membranen anscheinend Ligninstoffe eingelagert; denn sie färben sich mit Phloroglucin und Salzsäure oft deutlich rot.

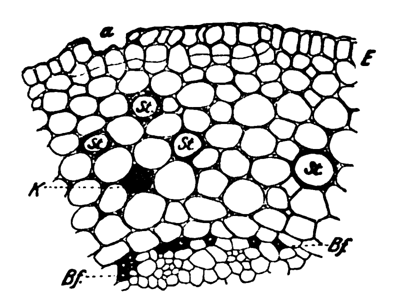


Abb. 41. Rinde eines Stolos (Vergr. 70). St Steinzellen, K Kristallzelle, Bf Bastfasern, E Epidermis, bei a eine beschädigte Stelle, unter welcher Peridermbildung beginnt.

Spaltöffnungen sind sehr spärlich. Czech[2]) zählte nur eine auf 5 *qmm*, de Vries[3]) fand oft auf langen Strecken gar keine, oft bis 3 und mehr auf 1 *qmm*. Hohnfeldt (1880) gibt 1 pro *qmm* an. Ichselbst stellte gleichfalls eine sehr ungleichmässige Verteilung fest. Auf Flächen von 10—12 *qmm* waren bald 8—13, bald nur 1—3, bald gar keine Spaltöffnung zu finden. Im Durchschnitt dürfte kaum eine auf 1 *qmm* kommen.

[1]) Vgl. de Vries, S. 641.
[2]) a. a. O., S. 104.
[3]) a. a. O., S. 641.

In ihrem Bau gleichen die Spaltöffnungen denen des Blattes. Nur sieht man häufig weitklaffende Spalten, was darauf hindeutet, dass die Schliesszellen ihre Beweglichkeit eingebüsst haben. Die Funktionen des Gasaustausches werden dann von Lentizellen übernommen.

Die Abmessungen der Schliesszellen halten sich in den oben für den unterirdischen Stengel angegebenen Grenzen (Länge 70—90 μ, Breite 16 bis 28 μ). HOHNFELDT gibt eine Breite von 41 μ an, doch meint er damit wahrscheinlich die Breite beider Schliesszellen und des zwischen ihnen liegenden Spaltes zusammen.

Was die Behaarung betrifft, so ist sie gleichfalls sehr ungleichmässig. Streckenweise ganz fehlend, sind die Haare an anderen Stellen zu 20—40 auf 1 *qmm* zu finden. Allgemein ist die Dichtigkeit an jungen Stolonen und nach der Spitze zu grösser als an älteren Teilen. Ich habe niemals Drüsenhaare, sondern nur Deckhaare gefunden. Diese sitzen in der Regel einer einzigen Epidermiszelle auf, sind 1—3 zellig und erreichen eine Länge von höchstens 490 μ, während der Durchmesser an der Basis 10—40 μ beträgt. Fast immer geben sie Ligninreaktion; doch konnte nicht festgestellt werden, ob der sich färbende Stoff der Membran selbst oder einer dünnen Kutikula eingelagert ist. Im übrigen haben sie denselben Bau wie die oberirdischen Haare. Vereinzelt wurden knieförmig gebogene Haare bemerkt, die ihre Entstehung wohl dem Drucke des Bodens während des Wachstums verdanken.

Periderm.

Die Epidermis der Stolonen ist nicht sehr dauerhaft. Frühzeitig schon werden einzelne Zellen zusammengedrückt oder zerrissen. Die Zerstörung greift auf benachbarte Zellen über und erstreckt sich schliesslich auf den ganzen Umfang oder einen grossen Teil desselben. Unter den beschädigten Stellen (vgl. Abb. 41 bei a) treten dann subepidermale Zellen in tangentiale Teilungen ein und bilden ein 2—6 Schichten mächtiges Periderm aus, das sich in älteren Stolonen zu einem mehr oder minder vollständigen Ringe schliesst. Zuweilen beteiligen sich auch Epidermiszellen an der Peridermbildung. An Stelle der Spaltöffnungen entstehen, wie im nächsten Abschnitt näher geschildert werden soll, Lentizellen, doch meist nur in geringer Anzahl. Die ausserhalb des Phellogens gelegenen Zellen verkorken [1]) unter Einlagerung von Lignin, schrumpfen mehr und mehr zusammen und werden zum Teil abgestossen.

Rinde.

Nach innen zu schliesst sich an die Epidermis das Rindenparenchym [2]), das je nach dem Alter des Stolos 5—11 Zellenschichten von insgesamt 140—630 μ Dicke umfasst. Die äussersten 1—2 Schichten sind bisweilen kollenchymartig ausgebildet. Doch sind die Verdickungen nie beträchtlich und selten typisch entwickelt. Wo ein Kollenchym vorhanden ist, ist es

---

[1]) Vgl. DE VRIES, S. 641.

[2]) Vgl. DE VRIES, S. 640—641.

gegen das übrige Rindengewebe nicht scharf abgegrenzt. Namentlich in älteren Stolonen ist eine Grenze schwer festzustellen, da auch die Parenchymzellen mit zunehmendem Alter ihre Wandungen etwas zu verdicken pflegen.[1])

Die Parenchymzellen sind im Querschnitt polygonal bis rundlich, in alten Stolonen infolge des sekundären Dickenwachstums der Gefässbündel tangential stark gedehnt und dann zuweilen von nachträglich gebildeten, dünnen radialen Teilungswänden durchzogen.[2])

Der radiale Durchmesser schwankt bei jüngeren Stolonen von 20 bis 80 μ, bei älteren von 30—120 μ, der tangentiale erreicht 100 bzw. 150 μ. In ein und demselben Querschnitt überwiegen in den mittleren Schichten der Rinde die grossen, aussen und innen die kleinen Zellen. Die innerste Schicht besteht häufig (nicht immer) aus besonders schmalen, nur 20 bis 35 μ breiten, tangential gestreckten, viereckigen Zellen, die zahlreiche kleine runde Stärkekörner enthalten, entspricht also der Stärkescheide des Stengels. Auf Längsschnitten erscheinen die Parenchymzellen, die übrigens im Unterschiede vom Kollenchym viele luftführende Interzellularen aufweisen,[3]) zu mehr oder weniger deutlich parallel der Achse verlaufenden Längsreihen angeordnet. Gewöhnlich übertrifft ihre Länge die Breite um ein Vielfaches (bis 400 μ lang), doch kommen auch kurze und isodiametrische, selten quergestreckte Zellen vor. Sie enthalten fast stets zahlreiche Stärkekörner, die sich von denen der Stärkescheide durch ihre mehr ovale Form und grössere Abmessungen unterscheiden. Mehr oder minder häufig sind Kristallzellen, die entweder einzeln oder zu mehreren vertikal übereinander („Kristallschläuche") auftreten und meist einen mittleren Durchmesser haben.

Steinzellen.

Ein besonderes Charakteristikum der Stolonen bilden die bereits beim unterirdischen Stengel kurz erwähnten Sklereïden oder Steinzellen. Sie wurden zuerst von COHN[4]) in der Knolle entdeckt und später von DE VRIES,[5]) SORAUER[6]) und KREITZ[7]) beschrieben.[8]) DE VRIES fand sie nur bei einzelnen Sorten, ebenso KREITZ, der ihr Vorhandensein oder Fehlen als ein geeignetes Merkmal für die systematische Einteilung der Kartoffelsorten bezeichnet und die Vermutung ausspricht, dass sie von einer der Stammarten der Kartoffel abzuleiten seien. Ich selbst beobachtete sie in grösserer oder geringerer Zahl bei den Sorten Alma, Imperator, Wohltmann, Unika, Barbarossa, dagegen nicht bei Magnum bonum und Frühe Rose.

---

[1]) Auch DE VRIES (S. 641) betont, dass in Bezug auf die Ausbildung des Kollenchyms „nicht unbedeutende individuelle Unterschiede obwalten".

[2]) Vgl. DE VRIES, S. 640.

[3]) Vgl. DE VRIES, ebenda.

[4]) a. a. O., S 74.

[5]) a. a. O., S. 222.

[6]) SORAUER, 1868, S. 165, 171.

[7]) a. a. O., S. 13.

[8]) FEDDE erwähnt ihr Vorkommen bei verschiedenen anderen Solanaceen.

Es sind einzeln oder zu 2—3 zwischen den Parenchym- und Kollenchymzellen der Rinde eingesprengte Zellen mit gleichmässig stark verdickter und verholzter Wandung. In Form und Grösse entsprechen sie den benachbarten Zellen; die im Kollenchym gelegenen sind also stets langgestreckt, die im Parenchym gelegenen zuweilen auch isodiametrisch oder quergestreckt. Im Querschnitt sind ihre Umrisse kreisförmig bis elliptisch, wobei die Längsachse der Ellipse tangential gerichtet ist. Die Membran wird in den Stolonen bis 10 μ, im unterirdischen Stengel bis 14 μ dick, erscheint besonders, wenn man sie in konzentrischer Schwefelsäure aufquellen lässt, schön geschichtet und ist mit runden, ovalen oder spaltenförmigen, zuweilen behoften, einfachen oder verzweigten Tüpfeln versehen. Die Anordnung der Tüpfel lässt keine Regelmässigkeit erkennen. Die Verholzung beginnt ziemlich frühzeitig; wenn die Membran kaum doppelt so dick ist, wie die der Parenchymzellen, so dass man sie in ungefärbten Schnitten leicht übersieht, kann man sie durch Anwendung der üblichen Holzreagentien unschwer herausfinden.

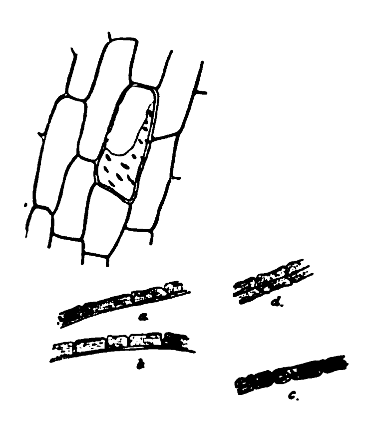


Abb. 42. Steinzelle im Längsschnitt (Vergr. 70). a—d Tüpfel aus der Wandung einer Steinzelle, a—c bei angrenzender Parenchymzelle, d bei angrenzender Steinzelle.

In ganz jungen Stolonen habe ich keine Steinzellen bemerkt; das entspricht der von Fedde[1]) angegebenen Regel, dass die Sklereïden sich erst ausbilden, wenn das übrige Gewebe verholzt.

Der Inhallt der fertigen Steinzellen besteht aus einer farblosen wässrigen Flüssigkeit. Das von Cohn erwähnte Vorkommen von rotem Zellsaft dürfte eine Ausnahmeerscheinung sein.

Die Dicke der Membran bleibt stets merklich hinter der Weite des Lumens zurück. Schon daran kann man diese Zellen von Bastfasern unterscheiden. Weitere Unterschiede sind in der Art der Tüpfelung und in ihrer breiten, an den Enden abgestutzten Form gegeben.

Gefässbündelring.

Der „Gefässbündelring“ [2]) besteht in nicht zu alten Stolonen aus 3 bis 4 grösseren Gruppen von Gefässbündeln, mit denen 2—3 oder mehr kleinere Gruppen oder einzelne Bündel abwechseln. Sie sind durch schmälere oder breitere Parenchymstreifen voneinander getrennt, die einerseits in die Rinde, andrerseits ins Mark übergehen. Die grösseren Gruppen enthalten die seitlichen Spurstränge der Blattschuppen (soweit solche vorhanden sind), während deren mittlerer Strang zwischen je zwei solchen Gruppen liegt,[2]) in derselben Weise, nur nicht immer so deutlich, wie es oben für die Blattspuren des oberirdischen Stengels eingehend dargelegt wurde.

[1]) a. a. O., S. 18.

[2]) Vgl. de Vries, S. 640.

Auch in ihrem Bau gleichen die Gefässbündel der Stolonen denen des Stengels. Wir finden hier wie dort einen Holz- und zwei Siebteile, von denen der äussere oft kräftig entwickelt ist, und in ihnen die gleichen Elemente. Die Gefässe weisen ring-, spiral- oder netzfaserige Verdickungen bzw. Hoftüpfel auf und ordnen sich im Querschnitt oft zu deutlichen radialen Reihen, wobei sie nicht selten in radialer Richtung gedehnt sind. Die Ring- und Spiralgefässe als die ältesten, haben den geringsten Durchmesser, die Tüpfelgefässe den grössten. Daneben finden sich Tracheïden (meist) in geringer, Holzparenchymzellen in grösserer Anzahl.

Das Phloëm, das im ganzen weniger entwickelt ist als im Stengel, setzt sich aus Siebröhren, Geleitzellen und Siebparenchym zusammen und wird von einzelnen oder zu kleinen Gruppen vereinigten Bastfasern begleitet. Die oben als „Nekrose“ bezeichnete Desorganisation des Phloëms zeigt sich in den Stolonen nach meinen Beobachtungen nie.[1] Bemerkenswert ist, dass die inneren Bastfasern dickwandiger sind (bis 12 μ) als die äusseren (bis 10 μ).

Zwischen dem Xylem und dem äusseren Phloëm erkennt man auf späteren Entwicklungsstufen der Stolonen eine mit dünnen Tangentialwänden versehene Kambiumschicht. Die Teilungen greifen dann auf die beiderseits angrenzenden Parenchymzellen der primären Markstrahlen über und stellen zwischen den einzelnen Bündeln Brücken her. Wenn dieses „interkalare“ Kambium vollständig ausgebildet und der Kambiumring geschlossen ist, beginnt das sekundäre Dickenwachstum, das die Entstehung eines ringsum geschlossenen Holz- und Bastringes zur Folge hat. Die grossen Gefässbündelgruppen bleiben, wie im Stengel, an der grösseren Dicke des Holzringes und der grösseren Zahl der Gefässe kenntlich; zwischen ihnen erreicht das Holz nur eine geringe Mächtigkeit. In alten Stolonen, besonders in der Nähe ihrer Ursprungsstelle, wird der Gefässbündelring manchmal recht dick (0,5—0,78 *mm*), im allgemeinen ist das sekundäre Wachstum nicht bedeutend. Primäre und sekundäre Markstrahlen, die aus radial gedehnten viereckigen, oft Stärke führenden Zellen bestehen, durchsetzen den Ring in verschiedener Zahl.

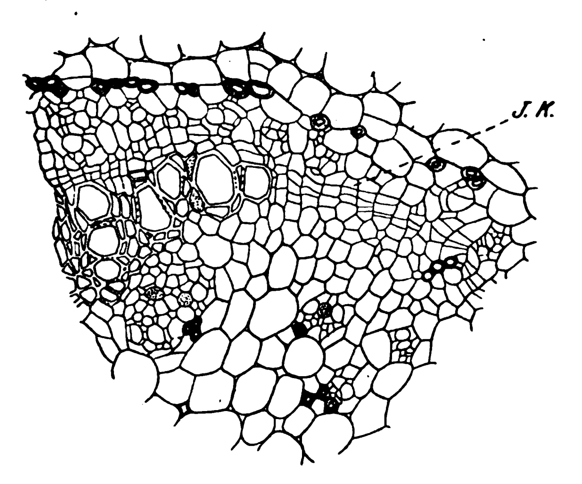


Abb. 43. Ausschnitt aus dem Gefässbündelring eines Ausläufers (Vergr. 100). Bei JK bildet sich das interfascikulare Kambium aus.

[1]) QUANJER, 1913, S. 55, beobachtete hier noch Spuren von Nekrose, aber nur bei einigen Sorten.

Der Durchmesser der Gefässe variiert bei jungen Stolonen von 8 bis 40 μ, bei älteren von 10—100 μ (radial bis 130 μ), die Länge der Glieder, soweit feststellbar, von 120—400 μ. Die Siebröhren haben eine Weite von 8—30 μ und eine Länge von 100—280 μ. Im übrigen verweisen wir auf die oben beim Stengel gegebene Darstellung.

Mark.

Der Gefässbündelring umschliesst das Mark, das sich aus Parenchymzellen und gelegentlich einzelnen Steinzellen zusammensetzt. Beide stimmen vollständig mit den entsprechenden Elementen der Rinde überein, weshalb sich ein näheres Eingehen auf sie erübrigt. Es sei nur erwähnt, dass die Zellen durchweg längsgestreckt sind und in jüngeren Stolonen einen kleineren Durchmesser haben als die Rindenzellen, in älteren ungefähr denselben. Es wurden gemessen in jungen Stolonen 20—60 μ, in alten 25 bis 100 μ Durchmesser und 120—420, selten bis 500 μ Länge. Selbstverständlich führen auch die Markzellen oft Stärke und z. T. Kristallsand.

Schuppenblättchen.

a) Morphologisches.

Im Anschluss an die Stolonen seien die unterirdischen Schuppenblättchen einer kurzen Besprechung unterzogen. Sie sitzen, wie schon bemerkt, unterhalb der Stellen, an denen die Stolonen vom unterirdischen Stengel bzw. die Zweige von den Stolonen abgehen, und finden sich ausserdem an den Augen ganz junger Knollen, fallen aber frühzeitig ab. Ihre Form ist länglich-eiförmig, am oberen Ende zugespitzt. Auf der inneren, dem Stolon zugewendeten Seite mehr oder weniger konkav, auf der äusseren etwas vorgewölbt, gehen sie am Grunde in einen sehr kurzen breiten Stiel über oder verbreitern sich zu einem flügelartigen, unmittelbar am Stolo sitzenden Ansatz.

Die Mitte des Blättchens wird von einem stärkeren Gefässbündelstrang durchzogen, der nach beiden Seiten dünnere, spitzenwärts gerichtete Zweige abgibt, von denen sich die unteren nahe dem Rande zuweilen bogig an die oberen anlehnen. In jüngeren Blättchen sind die Seitenzweige natürlich weniger zahlreich als in älteren. Ein Randnerv ist im Unterschiede von den oberirdischen Blättern nicht vorhanden. Nur am Grunde verlaufen häufig beiderseits parallel dem Rande kleine Gefässbündelstränge, die dann, von dem Hauptstrang getrennt, durch den Blattstiel nach dem Stolon hin ziehen.

b) Anatomisches.

Im Querschnitt sind die Schuppenblättchen breit sichelförmig. Man erkennt eine einschichtige Epidermis, 1—3 Gefässbündelstränge und dazwischen ein bis mehrere Schichten parenchymatischen Gewebes.

Die 10—15 μ dicke Epidermis besteht aus prismatischen bis zylindrischen Zellen, die in der Aufsicht länglich polygonal, meist viereckig aussehen und sich oft in regelmässigen Längsreihen anordnen. Ihre Breite schwankt von 8—30 μ, die Länge von 10—60 μ. Die Aussenwand ist deutlich verdickt.

Spaltöffnungen treten auf der Aussenseite der Blättchen (also der morphologischen Unterseite) zahlreich, auf der Innenseite spärlich oder garnicht auf.[1]) Ihre Dichtigkeit nimmt nach der Blättchenspitze hin regelmässig zu. So wurden im Gesichtsfeld des Mikroskops z. B. an der Basis 6, 5, 9 und an der Spitze bzw. 10, 9, 15 gezählt; in einem anderen Falle an der Basis 5—6, in der Mitte 11—12, an der Spitze 20. Im Durchschnitt würden sich für die Blattmitte etwa 70—80 Spaltöffnungen pro Quadratmillimeter ergeben. Die direkt über dem Hauptgefässstrang liegenden Teile der Epidermis tragen meistens keine Spaltöffnungen.

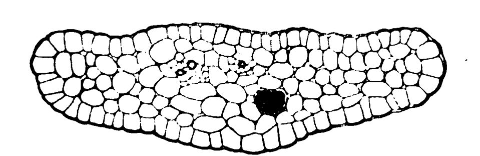


Abb. 44. Querschnitt durch ein Schuppenblättchen (Vergr. 100).

Die Schliesszellen haben die uns schon bekannte Form und messen ausgewachsen etwa 10 bis 18 μ in der Breite und 36—50 μ in der Länge.[2]) Der Spalt ist verhältnismässig kurz (10—25, selten 30 μ).

Die Behaarung ist im allgemeinen sehr spärlich. Die Mehrzahl der von mir untersuchten Blättchen war ganz kahl oder trug nur hier und da ein vereinzeltes Haar. In einigen Fällen aber war die Behaarung ziemlich dicht, wenigstens auf der Innenseite (Oberseite) der Blättchen; ich zählte bis zu 48 Haaren auf dem Quadratmillimeter. Merkwürdigerweise fand ich immer nur Drüsenhaare; ob Deckhaare überhaupt nicht vorkommen oder die anfangs gebildeten frühzeitig abfallen, vermochte ich nicht zu entscheiden.

Der mittlere Gefässbündelstrang besteht aus 2—3 Gefässbündeln, deren bikollateraler Bau nicht immer deutlich erkennbar ist. Die äusseren Phloëmteile sind allerdings meistens gut ausgebildet und leicht unterscheidbar; aber die inneren (der Innenseite des Blättchens zugewendeten) scheinen oft ganz zu fehlen oder sind jedenfalls so unvollkommen entwickelt, dass sie sich nicht erkennen lassen. Das Xylem weist je nach der Grösse des Bündels 2—10 dicht zusammengedrängte Gefässe mit Ring- und Spiralverdickungen auf.

Die seitlichen Stränge des Blättchens enthalten stets nur ein Gefässbündel, das sich aus wenigen Gefässen und einigen zu nur einer Gruppe vereinigten Siebelementen zusammensetzt.

Der Raum zwischen den Gefässbündeln und der Epidermis wird durch lockeres, farbloses Parenchym ausgefüllt. Es sind rundliche bis polygonale Zellen von 6—30 μ Durchmesser, die häufig Stärke, zuweilen Kristallsand führen. In seltenen Fällen ist die innerste, dem Gefässbündelstrang benachbarte Schicht als Stärkescheide ausgebildet.

[1]) Nach HOHNFELDT wechselt ihre Häufigkeit beiderseits sehr bedeutend, so dass sie „mitunter nur zerstreut stehen, während sie in andren Fällen ziemlich dicht gedrängt sind“.

[2]) HOHNFELDT gibt 29 und 37 μ an; erstere Zahl bezieht sich offenbar auf die Gesamtbreite beider Schliesszellen.

IV. Knolle.

Morphologisches.

Die an den Enden der Stolonen entstehenden Knollen sind, wie diese, Stengelgebilde. Das kommt schon äusserlich in dem Vorhandensein und der Anordnung der „Augen" zum Ausdruck. Die „Augen" stellen Gruppen von meistens 3, seltener mehr Seitenknospen dar, die in der Achsel eines schuppenartigen, allerdings frühzeitig abgeworfenen Blättchens vereinigt sind. Sie ordnen sich in einer vom Nabel zur Krone aufsteigenden Spirale und sind in der unteren Hälfte der Knolle weiter auseinander gerückt als in der oberen, während sie an der Spitze am dichtesten stehen. Die entsprechenden Achsenglieder erfahren also mit zunehmender Annäherung an die Spitze eine geringere Streckung. Als Stellungszahl für die Augen gibt SORAUER[1]) $^8/_{18}$ an, was mit dem für die oberirdischen Blätter berechneten Werte übereinstimmt. DE VRIES[2]) fand $^5/_{18}$ oder $^8/_{18}$ und bemerkte dazu, dass die Stellung stets mit $^5/_{18}$ bezeichnet werden kann, wenn man sich einmal eine rechts-, das andere Mal eine linksläufige Spirale angelegt denkt und dass beide Fälle bei ein- und derselben Sorte vorkommen. Er betont aber, dass die Zahl selbst bei Individuen der gleichen Sorte nicht unerheblichen Schwankungen unterliegt. Meine eigenen Beobachtungen sind noch nicht abgeschlossen, so dass ich vorläufig von Zahlenangaben absehen möchte.

Die Knospen eines einzelnen Auges stehen meistens zu dritt in einem Dreieck; wenn sie zahlreicher sind, bilden sie wiederum eine linksläufige Spirale, deren Zahlenwert sich wegen ihrer dichten Anordnung schwer ermitteln lässt, aber nach DE VRIES meist $^2/_8$ beträgt.

Jedenfalls ist das Auge als ein Seitenspross und demnach die ganze Knolle als „ein reichverzweigtes Sprosssystem mit wenig entwickelter Haupt- und gewöhnlich völlig unentwickelten Nebenachsen" (DE VRIES, S. 221) aufzufassen.

Grundzüge des anatomischen Baus.

In ihrem anatomischen Bau zeigt die Knolle aus diesem Grunde manche Ähnlichkeit mit dem unterirdischen Stengel bzw. dessen Ausläufern. Andrerseits weist sie aber Besonderheiten auf, die z. T. mit ihrer Funktion als Reservestoffbehälter zusammenhängen, z. T. durch das beschränkte Längen- und das gesteigerte Dickenwachstum der Achse bedingt sind.

Die Grundzüge des anatomischen Baues kann man schon mit blossem Auge beim Durchschneiden der Knolle feststellen — man erkennt leicht das Mark, den Gefässbündelring und die Rinde nebst Schale —; sie sind daher auch schon lange bekannt.[3]) Eingehender ist er erst von SORAUER[4]) und DE VRIES[5]) beschrieben worden. Speziell mit der Kartoffelschale haben sich besonders SORAUER (1871) und KREITZ beschäftigt.

---

[1]) 1868, S. 157.
[2]) a. a. O., S. 221.
[3]) Vgl. SCHACHT, S. 3; COHN, S. 73; FRANZ, S. 9; u. a.
[4]) 1868, S. 156—160 und S. 172.
[5]) a. a. O., S. 221—223 und S. 641—644.

Der Bau ganz junger Knollen, die etwa 2 *mm* Durchmesser haben, stimmt mit dem der Stolonen überein, unterscheidet sich dagegen von dem der ausgewachsenen Knollen in mehrfacher Hinsicht. Durchschneidet man eine solche junge Knolle etwas unterhalb (ca. 0,3 *mm*) des Vegetationskegels, der aus noch undifferenzierten, polygonalen Zellen mit dünnen Wandungen besteht, so findet man zunächst den „Gefässbündelring" des Stengels und der Stolonen wieder. Er ist hier nur nicht geschlossen, sondern mehrfach von breiten Streifen parenchymatischen Gewebes durchsetzt. Die einzelnen Bündel sind noch wenig entwickelt, lassen aber immerhin schon Ring- und Spiralgefässe und die kleinzelligen Gruppen des äusseren und des inneren Phloëms erkennen. Wie im Stengel, umschliesst der Gefässbündelring das Mark und grenzt andrerseits an die hier verhältnismässig breite Rinde. Eine einschichtige Epidermis bildet den Abschluss nach aussen.

Wenn der Querschnitt etwas tiefer (ca. 0,5 *mm* von der Spitze der Knolle entfernt) genommen wird, zeigt er insofern ein verändertes Bild, als einzelne Epidermis- oder Subepidermiszellen sich durch je eine Tangentialwand geteilt haben. In den folgenden Schnitten erscheinen immer mehr Zellen geteilt, bis man sie über den ganzen Umfang hin findet. Von den entstandenen Zellen teilt sich jeweils die innen gelegene wiederholt in gleicher Weise, so dass in Querschnitten etwas oberhalb des Nabels stellenweise bereits 4—6 radial aneinander gereihte Zellen vorhanden sind (vgl. Abb. 46a). Gleichzeitig beginnt die ursprüngliche Epidermis zusammenzuschrumpfen und sich hier und da abzulösen. Die Epidermis ist durch ein Periderm ersetzt, in dem wir die ersten Anfänge der Schaleder Knolle vor uns haben.

Mittlerweile haben sich auch die Gefässbündel weiter entwickelt. Die Gefässe sind zahlreicher und grösser geworden, die Siebelemente haben sich vollständig ausgebildet, und zwischen Holz- und äusserem Siebteil ist ein deutliches Kambium entstanden. Die Gefässbündel ordnen sich bisweilen wie im Stengel zu 3 grösseren und mehreren kleinen Gruppen zusammen.

In etwas älteren Knollen verbinden sich die Kambiumzonen der einzelnen Bündel zu einem geschlossenen Ringe, der nun nach innen Holz-, nach aussen Siebelemente, vor allem aber nach beiden Seiten Parenchymzellen abgibt. Infolge dieses sekundären Dickenwachstums nimmt besonders der Markkörper an Masse zu, aber auch die Rinde gewinnt eine beträchtliche Dicke. Die eigentlichen Gefässbündel erfahren nur einen beschränkten Zuwachs und bilden daher auf Querschnitten lediglich eine schmale ringförmige Zone von abweichender Färbung. Dagegen findet man jetzt sowohl im Mark als auch in der Rinde zahlreiche, vielfach verästelte und miteinander anastomosierende Phloëmstränge (vgl. Abb. 48). Das Periderm der jungen Knollen hat sich inzwischen durch Fortsetzung der oben geschilderten Zellteilungen in ein vielschichtiges Gewebe verwandelt, dessen Membranen

verkorkt und braun geworden sind. Es bildet jetzt als Korkschale einen wirksamen Schutz für das verhältnismässig weiche Gewebe des Knollenfleisches.

Epidermis.

Auf die besonderen Eigenschaften und einzelnen Bestandteile der verschiedenen Gewebe brauchen wir hier nur so weit einzugehen, als sie gegenüber dem in früheren Abschnitten Gesagten Abweichungen zeigen. Wir beginnen mit der Epidermis.

Sie ist, wie bereits bemerkt, nur an ganz jungen Knollen unversehrt. In der Nähe der Spitze sind ihre Zellen ziemlich schmal, d. h. radial gestreckt (8—16 μ breit), nach dem Nabel zu werden sie infolge des Dickenwachstums der Knolle tangential gedehnt, also breiter (20—40 μ). Dabei ändert sich die Höhe nicht wesentlich (25—45 μ). In Flächenschnitten erscheinen sie 4—6 eckig, zunächst isodiametrisch, später in der Richtung der Achse gestreckt. Die Aussenwand ist etwas dicker als die Radialwände (3—4 μ) und von einer dünnen körneligen Schleimschicht überzogen.

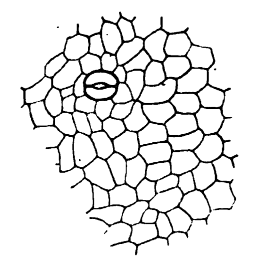


Abb. 45. Epidermis einer ganz jungen Knolle (2 *mm* Durchmesser) (Vergr. 70).

Spaltöffnungen sind selten. Hohnfeldt zählte auf jugendlichen Knollen 3 pro Quadratmillimeter. Czech[1]) fand überhaupt keine, de Vries[2]) nur zerstreute Spaltöffnungen. Nach meinen Beobachtungen dürfte kaum eine auf 1 *qmm* entfallen.

Die Schliesszellen sind fast halbkreisförmig, 18—22 μ breit und 36—45 μ lang,[3]) der Spalt ziemlich kurz. Nach Sorauer[4]) sollen die Spaltöffnungen auf stumpfkegelförmigen Erhebungen über die Fläche der Epidermis hinausragen. Ich habe solche Erhebungen nirgends bemerkt. Wahrscheinlich hatte Sorauer keine normalen Spaltöffnungen vor sich, sondern solche, die bereits in der Umwandlung zu Lentizellen begriffen waren. Bei diesem Prozess, auf den ich gleich zurückkomme, entsteht unter der funktionslos gewordenen Spaltöffnung eine Gewebewucherung, welche die Epidermis nach aussen drängt und schliesslich zum Platzen bringt. Dabei erscheint die Spaltöffnung vorübergehend aus der Epidermis herausgehoben.

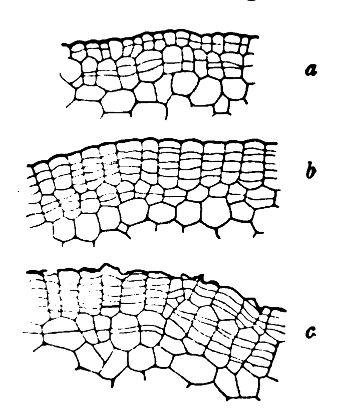
Ebenso spärlich wie die Spaltöffnungen treten auf der Knolle Haare auf. Ich habe nur Deckhaare gefunden, die aus 1—3 Zellen bestanden und bis 350 μ lang waren.

Periderm.

Die Epidermis hat nur eine kurze Lebensdauer. Schon frühzeitig, wenn die Knolle kaum Erbsengrösse erreicht hat, wird sie durch ein zu-

[1]) a. a. O, S. 104.
[2]) a. a. O., S. 640.
[3]) Hohnfeldt gibt als Gesamtbreite beider Schliesszellen 55 μ, für die Länge 60 μ an.
[4]) 1868, S. 172.

nächst dünnes, später je nach der Sorte verschieden dickes Periderm, die Schale, abgelöst. Die Entwicklung der Schale wird durch die Ausbildung des Korkkambiums oder Phellogens eingeleitet. Wie bereits bemerkt, entsteht dieses entweder aus der Epidermis oder aus der subepidermalen Schicht, oft auch aus beiden zugleich.[1]) Es besteht aus tafelförmigen,[2]) dünnwandigen, plasmareichen Zellen, die meristematischen Charakter haben, d. h. dauernd wachstums- und teilungsfähig bleiben. Jede Phellogenzelle wächst in radialer Richtung, bis sie den doppelten Durchmesser erreicht hat und teilt sich dann durch eine tangentiale Wand. Die äussere der beiden Tochterzellen wird nach beschränktem Wachstum in radialer Richtung zu einer Korkzelle; die innere Tochterzelle teilt sich von neuem in derselben Weise wie ihre Mutterzelle.[3]) So entstehen allmählich eine Anzahl von Korkzellen, die mit der erzeugenden Phellogenzelle in einem Radius liegen. Die Kork-



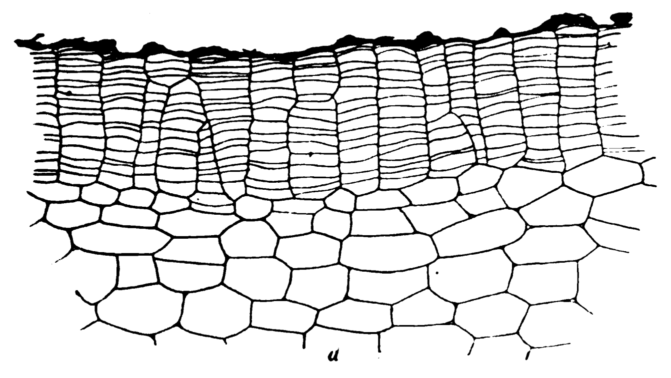


Abb. 46. Schale der Knolle in verschiedenen Entwicklungsstadien. a erste Teilungen in der Epidermis und subepidermalen Schicht (2 *mm* grosse Knolle), b Epidermis mit mehrfachen Teilungen (5 *mm* grosse Knolle), c mehrfache Teilungen in beiden Schichten, beginnende Desorganisation der äussersten Zellen untere Hälfte einer 5 *mm* grossen Knolle), d fertig ausgebildete Schale (Sorte Wohltmann). a—c Vergr. 50, d Vergr. 60.

[1]) Auch Sorauer (1871) bemerkt, dass die Korkzellen innerhalb der Epidermis und der darunter liegenden Zellen entstehen. de Vries (a. a. O., S. 641) dagegen spricht zunächst nur von Teilungen der Epidermis und fügt dann hinzu: „Wo die Teilungen der Oberhaut am weitesten vorgeschritten sind, beteiligen sich auch die äussersten Schichten des Rindenparenchyms daran". Man kann nach dieser Äusserung im Zweifel sein, ob de Vries meint, dass die äussersten Rindenschichten sich an der Bildung des Phellogens beteiligen oder erst später, wenn die Korkbildung im Gange ist, in Teilungen eintreten.

[2]) Vgl. de Vries., S. 223.

[3]) Nach de Vries (S. 641) sollen sich *beide* Tochterzellen weiter teilen. Das würde der bei allen anderen Pflanzen beobachteten Regel widersprechen. de Vries dürfte sich geirrt haben.

zellen haben eine abgeflachte, tafelförmige Gestalt[1]) und schliessen lückenlos zusammen. Im ausgewachsenen Zustande führen sie keinen lebenden Inhalt mehr. Ihre Wandungen bleiben ziemlich dünn und verkorken in der an anderer Stelle (S. 258) beschriebenen Weise. Auch die beim ersten Teilungsschritt von der Epidermis nach aussen abgegliederten Zellen verkorken. Wo das Phellogen aus der äussersten Rindenschicht hervorgeht, die ursprüngliche Epidermis also zunächst erhalten bleibt, stirbt diese infolge des durch die Korkzellen unterbundenen Stoffaustausches bald ab und schrumpft zusammen. Ebenso werden später die aussen gelegenen Korkzellschichten zu einer mehr oder minder dicken Borke zusammengedrückt und in einem je nach der Sorte verschiedenen Maſse abgestossen. Da aber gleichzeitig vom Phellogen immer neue Korkzellen gebildet werden, bleibt die Dicke der Schale nahezu unverändert.[2])

Ob das Phellogen sich aus der Epidermis oder der darunter liegenden Zellschicht entwickelt hat, kann man noch nach begonnener Peridermbildung erkennen. Im ersten Falle liegt die ursprüngliche Epidermiszelle bzw. ihre äussere Hälfte mit den Korkzellen im selben Radius, im zweiten Falle wechselt sie mit ihnen ab. Wenn beide Schichten Phellogenzellen geliefert haben, sieht man oft miteinander abwechselnde Radialreihen von Korkzellen; jede der Mutterzellen erscheint dann radial stark gestreckt und durch eine grössere Anzahl von tangentialen Querwänden geteilt (Abb. 46 c, d).

Die Phellogenzellen enthalten keine Stärke, dagegen bei den rot- und blauschaligen Sorten, ebenso wie die nächsten 2—3 Schichten des Rindenparenchyms, einen im Zellsaft gelösten Farbstoff.[3])

Wie oben ausgeführt, beginnt die Bildung der Schale schon auf sehr frühen Entwicklungsstadien der Knolle. Die ersten Teilungen treten hier in der Nähe des Nabels auf und schreiten von da allmählich bis zur Spitze fort. Die untere Hälfte der Knolle gewinnt dadurch einen Vorsprung, der sich noch bei älteren Knollen in einer stärkeren Ausbildung der Schale bemerkbar macht. So fand ich in einem Falle (mittelgrosse Knolle der Sorte „Wohltmann“) folgende Zahlen:

	Nabel	Mitte	Krone
Schalendicke (in μ) . . .	124,9	95,6	75,7
Anzahl der Zellen . . .	7,4	6,0	5,2

Ähnliche Beobachtungen haben auch DE VRIES[4]) und SORAUER[5]) gemacht; KREITZ[6]) dagegen fand am Nabel eine dünnere Schale als an der Krone und führt dafür folgendes Beispiel an:

---

[1]) SORAUER (1871) schreibt, dass sie sich „wie Mauersteine ausnehmen“.
[2]) Vgl. DE VRIES, S. 642.
[3]) Vgl. SCHACHT, S. 3, SORAUER, 1868, S. 157 und DE VRIES, S. 223.
[4]) a. a. O., S. 642.
[5]) 1871, S. 524.
[6]) a. a. O., S. 5.

	Nabel	Mitte	Krone
Schalendicke (in μ) . .	208	224	234
Anzahl der Zellen . .	7,8	8,4	8,9

Die Unterschiede sind nicht sehr bedeutend und lassen sich m. E. am einfachsten dadurch erklären, dass die Schale am Nabel älter und daher stärker abgestossen war als an der Krone. Wenn es sich um mehr als ein Zufallsergebnis, um eine allgemeine Regel handelte, würde das in schwer verständlichem Widerspruch mit der oben geschilderten Entwicklungsgeschichte der Schale stehen. Im Laufe der Zeit können sich allenfalls die Verschiedenheiten der Schalendicke auf mittlerer Linie ausgleichen; eine Umkehrung des ursprünglichen Verhältnisses aber ist nicht wahrscheinlich.

Die Schale wächst zu Anfang verhältnismässig schnell, später immer langsamer und erreicht ihre grösste Dicke an ausgewachsenen Kartoffeln, bei denen Abstossung alter und Bildung neuer Zellen sich die Wage halten. Auch die Anzahl der Schichten, aus denen sie sich zusammensetzt, nimmt mit dem Alter zu; sie steigt je nach der Sorte auf 9—17. SORAUER[1]) behauptet, dass bereits erbsengrosse Knollen so viele Schichten aufweisen wie für die Sorte charakteristisch ist. Das trifft nach meinen Beobachtungen nicht zu. Ich zählte z. B. an jungen Knollen der Sorte „Wohltmann" von 5—7 *mm* Durchmesser: 6,4 Zellen von 111,6 μ Dicke, an 4 *cm* grossen Knollen dagegen 11,1 Zellen von 215,2 μ Dicke. Ebenso bei jungen „Imperator"-Knollen 5,1 und 67,1 μ, bei älteren 10,1 und 170,2 μ.

In der Praxis unterscheidet man dünn- und dickschalige Sorten. Es ist aber neuerdings zweifelhaft geworden, ob man jeder Sorte eine charakteristische Schalendicke zuschreiben kann. Genaue Messungen finden wir in den Arbeiten von SORAUER (1871) und KREITZ (1907), die sich beide mit der Frage beschäftigen, ob zwischen der Schalendicke der verschiedenen Sorten und ihrer Empfänglichkeit für *Phytophthora* ein Zusammenhang besteht. Nach SORAUER ist die Schalendicke innerhalb einer Sorte zwar recht verschieden; es lässt sich aber doch ein charakteristischer Mittelwert angeben. Nach KREITZ dagegen ist sie bei ein- und derselben Sorte je nach den äusseren Verhältnissen derart veränderlich, dass viele Sorten bald als dick-, bald als dünnschalig bezeichnet werden müssen und eine Gruppierung der Sorten nach der Schalendicke nicht möglich ist. Als für die Ausbildung der Schale massgebende Faktoren erkannte KREITZ Bodenverhältnisse, Feuchtigkeit und Düngung. Den Einfluss des Bodens stellte er in der Weise fest, dass er Kartoffelproben von 6 Gütern mit verschiedenem Boden untersuchte, die sämtlich ihr Saatgut von der Zentrale der deutschen Kartoffelkulturstationen bezogen hatten. Das Ergebnis veranschaulicht die folgende Tabelle:[2])

---

[1]) 1871, S. 510.

[2]) Nach KREITZ, S.18.

	Hadmersleben	Klein-Spiegel	Klein-Räudchen	Erbes-Rüdesheim	Greisitz	Wiesa	
Ella	160,0	146,4	125,6	168.0	109,6	143.2	Schalendicke μ
	6,9	5,9	5,8	8.2	4,7	7,1	Anzahl d. Zellreihen
Weisse Königin . . .	152,0	148,0	144,0	171.2	122,4	118,4	Schalendicke μ
	9,1	7,7	7,7	9,4	5,4	6,8	Anzahl d. Zellreihen
Up to date	158,4	112,0	130,4	178.4	164,8	144,0	Schalendicke μ
	7,7	6,8	7,4	9,6	6,5	6,7	Anzahl d. Zellreihen
Bohun	237,6	159,2	227.2	149,6	117,6	164,0	Schalendicke μ
	10,7	8,1	10,8	7,6	6,4	9,0	Anzahl d. Zellreihen
Werner	208.0	172,0			219.2		Schalendicke μ
	8,6	7,6			9,7		Anzahl d. Zellreihen
Imperator	176 0	168,0	300,8	153,6	200.0		Schalendicke μ
	9,2	8,0	14,1	6,9	7,8		Anzahl d. Zellreihen
Sas	192,0	195,2	236,0	168,0	203.2		Schalendicke μ
	10,3	7,5	10,4	7,9	11,0		Anzahl d. Zellreihen
Magnum bonum . . .	181.6					148,8	Schalendicke μ
	7,6					7,0	Anzahl d. Zellreihen
Daber.	303,2	162,4	141,6	134.4	139.2		Schalendicke μ
	14,3	8,4	8,5	7,2	7,7		Anzahl d. Zellreihen

Anm.: Die Zahlen der Tabelle stellen Mittelwerte aus je 30 Messungen und 30 Zählungen an verschiedenen Stellen der Schale dar.

Man sieht aus dieser Tabelle, dass die Schalendicke einer Sorte mehr oder minder beträchtlichen Schwankungen unterliegt (besonders gross sind sie bei Daber, Imperator und Bohun), die bei der Gleichheit des Saatgutes nur durch die verschiedene Bodenbeschaffenheit bedingt sein können. Man sieht aber auch, dass die einzelnen Sorten durch denselben Boden in verschiedener Weise beeinflusst werden. Das wird besonders deutlich, wenn man für jedes Gut die Sorten oder für jede Sorte die Güter nach der Schalendicke ordnet; es kommen dann wesentlich von einander abweichende Reihen heraus.

Ob der Einfluss des Bodens mehr auf seinen physikalischen oder auf seinen chemischen Eigenschaften beruht, ist noch eine offene Frage. Die Bedeutung der ersteren, insbesondere der Durchlüftung, geht aus der Beobachtung SORAUERS[1]) hervor, dass tiefgebaute Kartoffeln eine geringere Schalendicke zeigen als auf Hügeln gebaute und dass im flachen Lande tiefgelegte Knollen dünnschaligere Kartoffeln hervorbringen als höher gelegte (bei der gleichen Sorte). Daneben spielen aber chemische Faktoren eine Rolle. SORAUER fand auf gedüngtem Boden eine geringere Schalendicke als auf ungedüngtem, und KREITZ stellte auf verschieden gedüngten Parzellen mehr oder minder beträchtliche Unterschiede gegenüber den un-

---

[1]) SORAUER, 1871.

gedüngten fest. Bei einem Versuche mit DABERschen Kartoffeln ergaben die Messungen Folgendes:[1])

Düngung pro Ar	Schalendicke μ	Zellagen
2,25 *kg* Kainit	208	8,8
50,00 „ Kalk	240	8,3
0,75 „ Chilisalpeter . . .	272	9,7
4,00 „ Kochsalz	272	10,7
2,25 „ Superphosphat . . .	320	13,3
Ungedüngt	288	11,3

Demnach bewirkt Superphosphat eine wesentliche Verstärkung der Schale, während die übrigen Düngesalze ihre Dicke herabsetzen. Das Kochsalz übte ausserdem insofern einen ungünstigen Einfluss aus, als die Schale ausserordentlich unregelmässig gebaut und demzufolge von geringer Haltbarkeit war.

Der dritte für die Schalenentwicklung massgebende Faktor ist die Feuchtigkeit. Man erkennt seine Bedeutung schon daran, dass die Schalendicke in verschiedenen Jahren wechselt. SORAUER fand bei den gleichen Sorten im trocknen Jahre 1868: 10,3 Zellen und 165 μ Dicke, im feuchteren Jahre 1869 dagegen 8,7 Zellen und 129 μ Dicke. KREITZ[2]) kam bei einem entsprechenden Vergleich der Jahre 1905 und 1906, von denen das letztere in den für die Bildung der Knollen und der Schale bedeutsamen Monaten Mai und Juni feuchter war, zu dem entgegengesetzten Ergebnis. Die meisten Sorten zeigten 1906 eine dickere Schale als 1905. Teilweise waren die Unterschiede recht beträchtlich. So stieg die Schalendicke bei Leo von 128 μ auf 207,2 μ, bei Ella von 140 μ auf 214,4 μ, bei Galathe von 160 μ auf 228 μ, bei Gastold von 109,6 μ auf 172,8 μ, bei Fürst Bismarck von 146,4 μ auf 207,2 μ und bei Weisse Königin von 125,6 μ auf 184,8 μ. Andre Sorten zeigten eine geringere Zunahme, während bei einigen eine Abnahme stattgefunden hatte. Die Sorten werden also von der Feuchtigkeit in verschiedener Weise beeinflusst. Im allgemeinen dürfte sie aber das Wachstum der Schale befördern. Bei einem Versuche mit extrem trocken bzw. feucht gehaltenen Topfpflanzen fand KREITZ folgende Zahlen:

		Magnum bonum aus Westfalen	Magnum bonum aus Stolpe	Iduna
trocken	Schalendicke . . .	148,8 μ	149,6 μ	132,0 μ
	Zellagen	5,8	5,7	5,4
nass	Schalendicke . . .	190,4 μ	213,6 μ	167,2 μ
	Zellagen	7,5	8,4	6,2

Diese vielfache Abhängigkeit von äusseren Faktoren macht es unmöglich, die einzelnen Sorten durch eine bestimmte Schalendicke zu charakterisieren. Schon in begrenzten örtlichen Bezirken mit einheitlicher Bodenbeschaffenheit wechselt sie im Laufe der Jahre je nach den Witterungs-

[1]) KREITZ, S. 24.
[2]) a. a. O., S. 16.

verhältnissen, und selbst in ein- und demselben Jahre variiert sie bei den einzelnen Pflanzen in engeren oder weiteren Grenzen.

Um wenigstens eine gewisse Gruppierung der Sorten nach der Schalendicke vornehmen zu können, schlägt KREITZ[1]) vor, die Sorten als dünnschalig zu bezeichnen, deren Schale unter den verschiedensten Verhältnissen nicht mehr als 140 μ misst, und als dickschalig solche, bei denen die Schale stets über 200 μ dick ist. In manchen Fällen wird allerdings auch dieses Mittel versagen, weil der Variabilitätsbereich sich von unterhalb 140 μ bis oberhalb 200 μ erstreckt. Die roten Sorten neigen durchweg mehr zur Dickschaligkeit als die weissen. SORAUER (1871) zählte bei 26 roten Sorten im Durchschnitt 8,8 Zellagen von 137 μ Dicke, bei 43 weissen Sorten 7,5 Zellagen von 106 μ Dicke. Doch gibt es auch weisse Sorten, die unter günstigen Umständen eine Schale von beträchtlicher Dicke bilden.

Nach dem Gesagten erscheint es zwecklos, auf die für einzelne Sorten gefundenen Zahlenwerte näher einzugehen. Im allgemeinen bewegt sich nach meinen Beobachtungen die Schalendicke zwischen 90,7 und 231,2 μ (an ausgewachsenen Knollen), die Anzahl der Zellen zwischen 6,1 und 12,6. SORAUER gibt 50—275 μ Dicke und 5—17 Zellagen an, KREITZ 109,6—423,2 μ bzw. 4,7—19,7. Die von mir untersuchten Kartoffeln (zehn verschiedene Sorten) sind also im Durchschnitt wesentlich dünnschaliger als die von KREITZ. Es bleibe dahingestellt, ob das mit der Beschaffenheit des hiesigen Bodens oder mit dem für unsere Gegend charakteristischen trockenen Klima zusammenhängt.

Die einzelnen Korkzellen haben, wie bereits erwähnt, tafelförmige Gestalt, d. h. ihr radialer Durchmesser ist stets kleiner (8—40 μ) als der tangentiale (30—140 μ), wobei sich das Verhältnis zwischen 1 : 2 und 1 : 10 bewegt.[2]) Soweit sie in ein und demselben Radius liegen, also von der gleichen Phellogenzelle abstammen, haben sie in der Regel eine übereinstimmende Länge; zuweilen aber nimmt diese von innen nach aussen oder in umgekehrter Richtung zu. Die Dicke wechselt in jedem Radius mehr oder weniger, häufig sind die äussersten Zellen besonders stark zusammengedrückt (Borkenbildung).

Bei manchen Sorten zeigt die Schale insofern einen gleichmässigen Bau, als eine bestimmte Zellengrösse überwiegt. So zeichnet sich nach KREITZ[3]) „Fürst Bismarck" durch kleine (8 : 64 μ), „Professor Maercker" durch grosse Zellen (25 : 100 μ) aus; „Präsident Krüger" hat kurze und dicke (32 : 64 μ), „weisse Königin" schmale und lange Zellen (12 : 120 μ). Bei anderen Sorten, wozu auch sämtliche von mir untersuchten gehören, findet man keine derartige Gleichmässigkeit, sondern die verschiedensten Zellgrössen nebeneinander, so dass sich charakteristische Durchschnittswerte nicht angeben lassen.

---

1) a. a. O., S. 10.
2) KREITZ, S. 12, gibt für die Länge (tangential) 50—200 μ an.
3) a. a. O., S. 7—9.

Wie die Schalendicke, so scheint auch die Länge der Korkzellen von der Art der Düngung bzw. von der Bodenbeschaffenheit abzuhängen. KREITZ[1]) fand bei den mit Chilisalpeter gedüngten Stöcken doppelt so lange Zellen (128 μ), wie bei ungedüngten (64 μ). Die Schalendicke war in beiden Fällen ungefähr dieselbe (siehe oben). Da nun bei gleicher Dicke die aus kürzeren Zellen bestehende Schale die festere ist, wird die bekanntlich geringere Haltbarkeit der mit Chilisalpeter gedüngten Kartoffeln verständlich.

Der Abschluss der Schale nach aussen wird bei ganz glattschaligen Sorten durch unveränderte Korkzellen gebildet. Bei ganz rauhschaligen blättern die obersten Zellenlagen in kleinen Stückchen ab. Diese abblätternden Schichten bestehen nach KREITZ[2]) vorwiegend aus unversehrten Zellen, von denen ein Teil noch im Zusammenhang mit der einheitlichen Schale steht, während ein andrer sich ablöst. SORAUER[3]) behauptet, dass die Schale dabei bis zum Korkkambium einreisst und die Risse — sie verdanken ihre Entstehung dem Umstande, dass das Korkgewebe seine Elastizität schon zu einer Zeit verliert, wo das innere Gewebe noch wächst — durch neugebildete Korkzellen wieder geschlossen werden. KREITZ dagegen beobachtete nur ein Einreissen bis zur Hälfte der Schalendicke und infolgedessen keine Neubildung von Kork. — Eine mittlere Stellung nehmen die Sorten ein, bei denen die obersten Korkzellen zu einer mehr oder minder dicken Borke zusammengedrückt werden, welche die Struktur der einzelnen Zellen nicht mehr deutlich erkennen lässt und im Laufe der Zeit teilweise abgestossen wird. Glatt- und rauhschalige Sorten sind nicht scharf geschieden. Manche, für gewöhnlich glattschalige Sorten können unter besonderen Boden- und Witterungsverhältnissen rauh werden. Um den Charakter einer Sorte im Einzelfall festzustellen, muss man sich vollkommen ausgewachsene Knollen aussuchen, da jugendliche Knollen stets eine glatte Schale haben.

Die physiologische Bedeutung der Schale für die Kartoffel ist bekannt. Sie gewährt einmal, sofern sie unverletzt ist, einen gewissen Schutz gegen das Eindringen von Krankheitserregern, vor allem aber verhütet sie einen zu grossen Wasserverlust. Kartoffeln, die der Schale beraubt sind, verdunsten pro Gewichtseinheit 64 mal mehr Wasser als ungeschälte.[4]) Das Korkgewebe der Schale ist in dieser Beziehung weit wirksamer als die ursprüngliche Epidermis.

Wundperiderm.

Wenn das Fleisch der Kartoffel an einer Stelle durch irgendeine Verletzung blossgelegt wird, so entsteht dort ein „Wundperiderm". Unterhalb der Wunde treten in der ersten, unbeschädigt gebliebenen oder auch

[1]) a. a. O., S. 24.
[2]) a. a. O., S. 14.
[3]) 1871, S. 524.
[4]) Vgl. ROTHERT, S. 1174.

in einer tiefer gelegenen Zellschicht Teilungswände auf, die stets parallel der Wundfläche gerichtet sind.[1]) Die Teilungen beginnen an einzelnen Punkten und breiten sich sukzessive nach allen Seiten aus, bis eine lückenlose Verbindung mit dem normalen Korkkambium am Rande der Wunde hergestellt ist. An querdurchschnittenen Knollen, bei jungen deutlicher erkennbar als bei alten, verläuft diese Teilungsschicht so, dass sie sich im Gefässbündelring der Wundfläche nähert, im Mark- und Rindenteil von ihr entfernt.[2]) Sie hat meristematischen Charakter angenommen und gliedert in derselben Weise wie das Phellogen der Schale eine (meist geringe) Anzahl von tafelförmigen Zellen ab, die später verkorken. Die äussersten, bei der Verwundung beschädigten und die etwa übersprungenen Zellen vertrocknen und werden abgestossen. Das so entstandene Wundperiderm stimmt also im wesentlichen mit dem normalen Periderm überein und erfüllt auch — als Wundschutz — dieselbe Aufgabe wie dieses. Auf die Bedingungen, von denen die Schnelligkeit und Stärke der Wundkorkbildung abhängt, kann hier nicht näher eingegangen werden. Es sei nur auf die Arbeiten von BRETFELD (1879), KNY (1889), OLUFSEN (1903), APPEL (1906) und ESMARCH (1918) hingewiesen, die sich mit dieser physiologischen Seite der Frage beschäftigen.

Lentizellen.

Im Anschluss an die Schale sollen die Lentizellen einer kurzen Besprechung unterzogen werden. Sie vermitteln bei älteren Knollen den Gasaustausch, der bei jungen Knollen von den Spaltöffnungen der Epidermis besorgt wird. Die Lentizellen sind bis 1,2 *mm* grosse, bräunliche, warzenartige Erhebungen der Schale, die regellos und in beschränkter Anzahl über die Oberfläche verstreut sind. Ihre Form ist länglich, rundlich oder unregelmässig. Auf Querschnitten sieht man ein in die vorgewölbte Schale eingesenktes Grübchen, dessen Boden mit unförmlichen, braunen Zellresten bedeckt ist. Darunter liegen mehrere, von vielen Interzellularen durchsetzte Schichten kleiner, rundlicher Zellen, die sich in ungefähr radialen Reihen anordnen und verkorkte Wandungen besitzen. Es folgt eine Schicht plasmareicher Zellen mit unverkorkten Wandungen, die sich beiderseits an das Phellogen der Schale anschliesst. Sie ist etwas nach innen vorgewölbt und grenzt auf dieser Seite an ein mehrschichtiges, kleinzelliges Gewebe, das gleichfalls reich an Interzellularen ist und an seinen Rändern

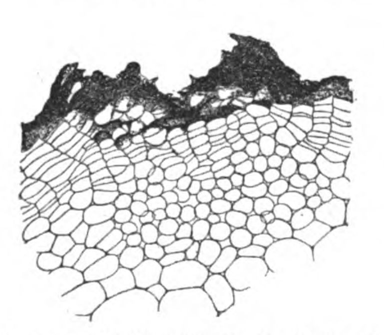


Abb. 47. Lentizelle einer Knolle (Vergr. 50). Die Bräunung der aussen gelegenen Zellen bezw. Zellreste ist durch Schraffierung angedeutet.

[1]) Vgl. DE VRIES, S. 223.
[2]) Vgl. OLUFSEN, S. 19.

in das Rindenparenchym übergeht. Die Zellen haben mit den aussen gelegenen die rundliche Form und die annähernd radiale Anordnung gemeinsam, sind aber nicht verkorkt und führen lebenden Inhalt, insbesondere kleine Stärkekörner.

Dass diese Gebilde dem Gaswechsel der Knolle dienen, kommt besonders in dem vorwiegend radialen Verlauf der Interzellularen zum Ausdruck.

Die erste Anlage der Lentizellen erfolgt vor oder gleichzeitig mit dem Periderm, und zwar stets unter einer Spaltöffnung. Hier bildet sich in der ersten oder zweiten Schicht des Rindenparenchyms ein Meristem aus, das zwar mit dem Meristem der Schale zusammenhängt, aber von ihm dadurch unterschieden ist, dass es nicht nur nach aussen, sondern auch nach innen neue Zellen abgibt. Die ersteren, Füllzellen genannt,

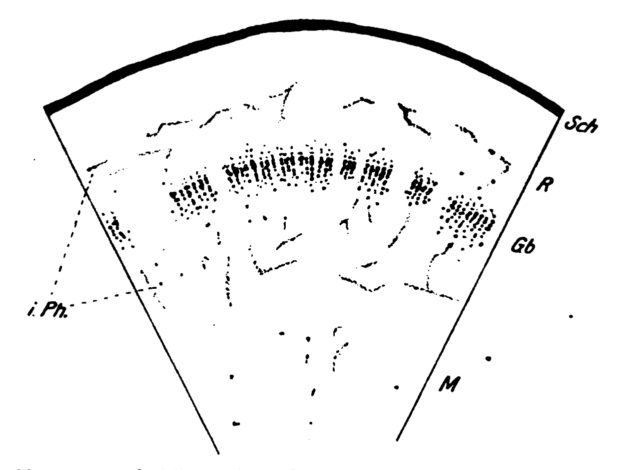


Abb. 48. Ausschnitt aus einer älteren Knolle (ca. 2 *cm* Durchmesser), schematisch (Vergr. ca. 8). Sch Schale, R Rinde, Gb Gefässbündelring, M Mark, i. Ph. isolierte Phloëmstränge.

werden gewöhnlich in grösserer Menge, die letzteren — Korkrindenzellen — nur in begrenzter Anzahl erzeugt. Beide nehmen im Gegensatze zu den Zellen, die aus dem Korkkambium hervorgehen, eine rundliche Form an. Die Füllzellen häufen sich bald derartig an, dass die überlagernde Epidermis zunächst vorgewölbt und später gesprengt wird.

Das Interzellularsystem der Knolle ist damit für die Aussenluft zugänglich geworden.

Bei grosser Feuchtigkeit bilden sich an den Lentizellen eigenartige Wucherungen, die den Öffnungen als zarte weisse Häufchen entquellen. Sie bestehen aus rundlichen oder radial gestreckten, farblosen, dünnwandigen Zellen, die nur locker miteinander verbunden sind und besonders in den äussersten Schichten stattliche Dimensionen erreichen. Die Zellen gehen aus dem Phellogen der Lentizelle hervor und sind demnach als hypertrophierte Füllzellen zu bezeichnen.

Derartige Lentizellenwucherungen treten schon an ganz jungen Knollen und in der nächsten Nähe der wachsenden Sprossspitze auf. KÜSTER[1])

[1]) a. a. O., S. 38.

beobachtete sie nur unter der Einwirkung feuchter Luft, niemals unter Wasser. OLUFSEN[1]) dagegen fand sie auch an Knollen, die längere Zeit in fliessendem Wasser gelegen hatten. Wahrscheinlich verhalten sich die Sorten in dieser Beziehung verschieden. Wucherungen der beschriebenen Art hat wohl auch DE VRIES im Auge, wenn er schreibt (S. 632): „Wenn die jungen Knollen sich in feuchter Luft entwickeln, bilden sie (die Lenticellen) sich am vollständigsten aus und erscheinen dann als zahlreiche glänzend weisse Flecke, welche die Korkschichten durchbrechen".

Rinde.

Die Rinde, von der Schale bis zum Gefässbündelring gerechnet, ist in jungen (2—3 *mm* dicken) Knollen verhältnismässig stark entwickelt. Ihr Durchmesser ist hier 0,2—0,5 *mm*, d. h. gleich dem 4.—6. Teil des Gesamtdurchmessers. Später erfahren Mark und Gefässbündel einen stärkeren Zuwachs als die Rinde, so dass diese mit 3—8 *mm* Dicke nur den 9. bis 12. Teil des ganzen Durchmessers ausmacht.

Sie besteht aus grossen, meist dünnwandigen Parenchymzellen von rundlichem bis polygonalem Querschnitt, die anfangs isodiametrisch, später in wachsendem Grade tangential gestreckt sind. Sie weisen dann auch vielfach radiale Teilungswände auf, die, nach ihrer geringeren Dicke zu urteilen, erst später (infolge des sekundären Dickenwachstums) entstanden sind. Im Längsschnitt erscheinen die Zellen 4- bis vieleckig oder rundlich, bei jungen Knollen in Richtung der Achse etwas länger, bei älteren etwa ebenso lang wie breit. Zahlreiche, gewöhnlich enge, bei einigen Sorten (Galathe, Apollo, Werner, Up to date u. a.[2]) weitere Interzellularen durchziehen das Gewebe nach allen Seiten.

Ihr Durchmesser bewegt sich bei jungen Knollen zwischen 20 und 100 μ (tangential bis 120 μ), bei ausgewachsenen zwischen 40 und 240 μ (tangential 300 μ).[3]) Einige Sorten (Präsident Krüger, Galathe, Unika) zeichnen sich durch kleine, andre (Weisse Rose, Alma) durch grosse Zellen aus. Im übrigen enthält jeder Querschnitt gewöhnlich die grössten Zellen in den inneren Schichten der Rinde, während die äusseren kleinzelliger sind. Zuweilen sind die äusseren Zellen dickwandiger oder mit schwachen, kollenchymartigen Verdickungen versehen. Bei manchen Sorten nehmen sie, der Form nach, eine Mittelstellung zwischen den Korkzellen und den übrigen Rindenzellen ein, so dass gewissermassen ein allmählicher Übergang von der Schale zum typischen Rindenparenchym vorliegt. So weist nach KREITZ[4]) „Gastold" 8—10, „Up to date" 5—7, „Magnum bonum" 4—5, „Ella" 2—3 Schichten in tangentialer Richtung langgestreckter Übergangszellen auf. Zum Teil liegen sie genau radial hinter den Korkzellen der Schale; dass sie aber nicht zum Periderm gehören, erkennt man an dem Ausbleiben der Korkreaktion.

---

[1]) a. a. O., S. 15.
[2]) Nach KREITZ, S. 13.
[3]) AMELUNG gibt als Durchschnittswert für grosse Knollen 130 μ, für kleine 127 μ an.
[4]) a. a. O., S. 7—9.

In der Rinde gewisser Sorten finden sich einzelne Zellen mit stark verdickter und verholzter Wandung. Es sind die bereits im vorigen Abschnitt eingehend besprochenen „Steinzellen", wie sie zuerst von COHN [1]) beobachtet und irrtümlicherweise als Bastfasern gedeutet wurden. Sie kommen bereits in jungen Knollen vor, sind aber auf bestimmte Sorten beschränkt, wie auch DE VRIES [2]) hervorhebt, ohne allerdings die Sorten zu nennen. KREITZ [3]) fand sie bei Apollo, Werner, Ella, Bohun, Professor Maercker, Up to date und General Cronje, ich selbst bei Alma, Unika, Imperator, Barbarossa und Wohltmann. Das Vorhandensein oder Fehlen der Steinzellen ist ein konstantes Sortenmerkmal, während die oben besprochenen Eigenschaften der Schale mehr oder minder variabel und daher zur Charakterisierung der Sorten bzw. zu ihrer systematischen Einteilung nicht geeignet sind. KREITZ [4]) spricht die Vermutung aus, dass die Steinzellen von einer bestimmten, allerdings noch nicht erkannten Stammsorte der Kartoffel übernommen worden sind. Dagegen lässt sich meines Erachtens einwenden, dass die Sorten, bei denen bisher Steinzellen gefunden wurden, keine so nahe Verwandtschaft zeigen, dass ihre gemeinsame Abstammung wahrscheinlich ist. Jedenfalls müsste zunächst eine weit grössere Anzahl von Sorten auf das Vorhandensein von Steinzellen hin geprüft werden.

Im Innern der Parenchymzellen fallen vor allem die Stärkekörner auf. Am stärkereichsten sind die inneren Schichten der Rinde; nach aussen nimmt der Stärkegehalt ab, während unmittelbar unter der Schale wenig oder gar keine Stärke vorhanden ist. [5])

Es seien hier einige allgemeine Bemerkungen über die Stärkekörner der Kartoffel eingeschaltet. Ihre Form ist sehr mannigfaltig: kreisrund bis fast elliptisch, ei- oder muschelförmig, zuweilen abgerundet drei- oder viereckig, auch keil- und beilförmig. Meistens sind es sog. „einfache Stärkekörner". Man sieht eine Anzahl von stärker und schwächer lichtbrechenden Schichten miteinander abwechseln, die sich um einen exzentrisch gelegenen Kern lagern und den Umrissen des Kornes folgen. Nach A. MEYER (1895) bestehen die Körner aus feinen, nadelförmigen, radial orientierten Kristallen (Trichiten) von Amylose, deren Form und Menge in den helleren und dunkleren Schichten verschieden ist. Es kommen auch, jedoch viel seltener als die einfachen, „zusammengesetzte" Stärkekörner vor, in denen man 2—3 Bildungskerne und Schichtensysteme erkennt; bei den „halb zusammengesetzten" werden diese aussen noch von einigen Schichten gemeinsam umschlossen. Die Grösse der Körner schwankt zwischen wenigen und 120 μ. Wie EBERDT [6]) ausführlich beschreibt, entstehen sie aus Leukoplasten, die in jugendlichen Zellen als schwer erkennbare, rundliche Körner den Zellkern umlagern.

[1]) a. a. O., S. 74.
[2]) a. a. O., S. 222.
[3]) a. a. O., S. 13.
[4]) a. a. O., S. 14.
[5]) Vgl. SCHACHT, S. 3; COHN, S. 73; SORAUER, 1868, S. 157 und DE VRIES, S. 222.
[6]) a. a. O., S. 332/3.

Die äussersten Schichten der Rinde zeichnen sich nach COHN[1]) und SORAUER (1868)[2]) durch reichen Stickstoffgehalt aus. Das kommt auch darin zum Ausdruck, dass sich in ihnen häufig Eiweisskristalloide bilden, wie man sie in den Aleuronkörnern mancher Samen beobachtet. Sie finden sich bei der Kartoffel direkt im Cytoplasma suspendiert, und zwar gewöhnlich einzeln, selten zu zweien in einer Zelle, und haben meist die Gestalt eines regelmässigen Würfels[3]) von 7—13 μ Kantenlänge. Nach COHN sind sie in den alleräussersten Schichten meist kleiner und auch weniger vollkommen ausgebildet als weiter nach innen zu. Ihre Häufigkeit wechselt. Bei manchen Sorten sieht man sie selten oder garnicht, bei andren fast regelmässig.[4]) Darin darf man vielleicht ein Anzeichen sehen, dass die Sorten sich in ihrem Eiweissgehalt unterscheiden.

Die unmittelbar unter der Schale liegenden Parenchymschichten bestimmen auch die Farbe der Knollen. Bei den roten und blauen Sorten findet man hier einzeln oder schichtweise farbige Zellen, die einen roten bzw. bläulichen (violetten) Farbstoff im Zellsaft gelöst enthalten. Die grüne Farbe, welche die Knollen unter dem Einfluss des Lichtes annehmen, ist auf eine Umwandlung der Leuko- in Chloroplasten zurückzuführen.[5]) Dieser Vorgang geht vorzugsweise im äusseren Teile der Rinde vor sich,[6]) wenn er auch oft viel tiefer greift, zuweilen bis ins Mark hinein, das dann blassgrün erscheint.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass in der Rinde der Knolle wie im Stengel und den Stolonen „Kristallzellen“ nicht selten sind.

Gefässbündel.

Die Gefässbündel stehen, wie bereits bemerkt, in einem Ringe, der im allgemeinen den Umrissen der Knolle in einer Entfernung von wenigen Millimetern folgt und sich von Mark und Rinde durch eine hellere, bei gewissen Sorten bunte Färbung abhebt. Am Nabel gehen die Gefässbündel der Knolle in die des Stolos über, während der Ring sich unter den Augen kegelförmig vorwölbt, um an die Knospen und die nur bei ganz jungen Knollen vorhandenen Schuppenblättchen[7]) eine Anzahl von Bündeln abzugeben.

In jungen Knollen bilden die Gefässbündel bisweilen 3 grössere Gruppen, zwischen denen sich kleinere Gruppen und einzelne Bündel einschieben.

---

[1]) a. a. O., S. 73.

[2]) a. a. O., S. 157.

[3]) Vgl. SORAUER, 1868, S. 176.

[4]) Nach COHN, S. 74.

[5]) DE VRIES, S. 223, spricht von einer unvollständigen und einer vollständigen Ausbildung der Chlorophyllkörner. Im ersteren Fall färbt sich das „ganze Plasma oder einzelne Flocken“ grün, im letzteren beschränkt sich die Grünfärbung „auf körnerartige Gebilde von bestimmten Umrissen“. Ausserdem kommt es vor, dass der Farbstoff sich „um die Stärkekörner herum lagert“. Nach dem heutigen Stand unsrer Kenntnisse handelt es sich nur um verschiedene, z. T. optisch schwer auflösbare Entwicklungsstadien.

[6]) Vgl. COHN, S. 74 und DE VRIES, S. 223.

[7]) Sie stimmen in ihrem anatomischen Bau vollkommen mit dem beim Stolo besprochenen überein.

Schmale Streifen von parenchymatischem Gewebe stellen Brücken zwischen Mark und Rinde her. Später treten die Kambien der einzelnen Gefässbündel in Verbindung miteinander und bilden so einen geschlossenen Kambiumring, von dem das sekundäre Dickenwachstum ausgeht. In älteren Knollen erscheinen die Gefässbündel in der Regel einzeln und durch mehr oder minder zahlreiche Schichten von Parenchymzellen getrennt. Das Dickenwachstum besteht eben zur Hauptsache in einer Vermehrung des

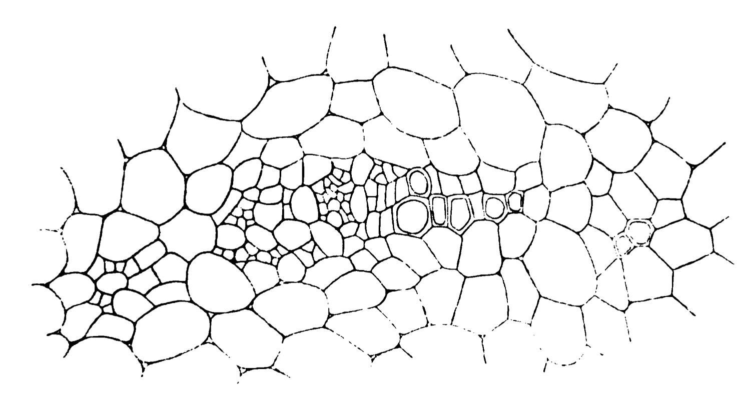


Abb. 49. Gefässbündel einer älteren Knolle (ohne intraxyläres Phloëm) (Vergr. 100).

parenchymatischen Gewebes, die Gefässbündel selbst erfahren nur einen geringen Zuwachs.

Besonders das Xylem fällt durch seine geringe Entwicklung auf. Kleine Bündel, wie sie vom interfaszikularen Kambium erzeugt werden,

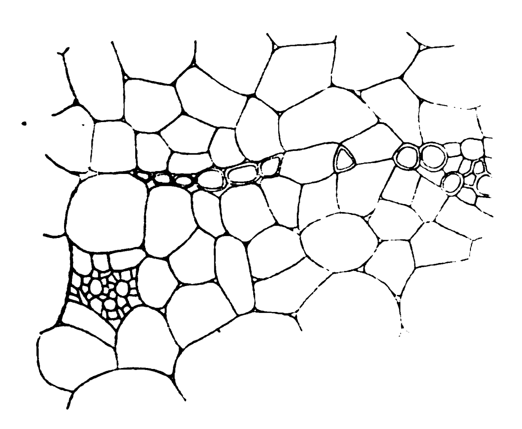


Abb. 49a. Zentrales Ende des Gefässteiles mit intraxylärem Phloëm (Vergr. 100).

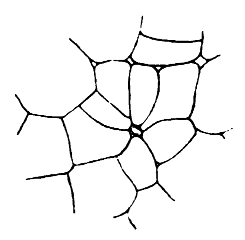


Abb. 50. Isoliertes Primärgefäss mit gezerrtem Parenchym, 0,48 mm vom innersten Gefäss der zugehörigen Radialplatte entfernt (Verg. 100).

weisen nur 2—5 zu einer Gruppe vereinigte Gefässe auf. In grösseren Bündeln findet man 1—3, oft lückenlos zusammenhängende, nach dem Mark hin konvergierende Radialreihen von Gefässen bzw. Gefässtracheïden, die von Parenchym umsäumt werden. Häufig lockern sich die Gefässreihen an ihrem inneren Ende auf, indem sich hier eine oder mehrere Reihen von

Parenchymzellen zwischen den Gefässen einschieben. Einzelne Gefässe können dann weit ins Mark vorgelagert sein (als Maximalabstand wurde 400 μ gemessen), und es hat den Anschein, als ob sie mit der weiter nach aussen gelegenen Hauptmasse der Gefässe nichts zu tun hätten. Bei genauerem Zusehen erkennt man aber, dass sie stets in der Verlängerung einer Radialreihe liegen. Ferner sind sie englumig, ziemlich dünnwandig und nur mit Ring- oder Spiralverdickungen versehen. Es handelt sich also um die am weitesten nach innen vorgeschobenen Erstlingsgefässe. Nicht selten zeigen die Parenchymzellen in deren unmittelbarer Umgebung eine strahlige Anordnung. Das hängt nach DE VRIES[1]) mit einer Eigenart des Dickenwachstums zusammen. Hand in Hand mit der Neubildung von Zellen durch das Kambium geht nämlich eine Vergrösserung sämtlicher Parenchymzellen. Die Gefässe aber können nicht mehr wachsen, da ihre Membranen frühzeitig verholzen, wirken daher zerrend auf ihre Umgebung.

Die isolierten Gefässe fallen in dem stärkereichen Markgewebe natürlich wenig auf; will man sie bequem und deutlich erkennen, so empfiehlt es sich, nach dem Vorgange von DE VRIES[2]) die Schnitte so lange mit Kalilauge zu behandeln, bis alle Stärke aufgequollen ist.

In jungen Knollen findet man nur Ring- und Spiralgefässe, in älteren auch Netzfaser- und Tüpfelgefässe. Auf ihre Unterschiede und Eigenarten brauchen wir hier nicht näher einzugehen; was darüber an anderer Stelle gesagt wurde, gilt auch für die Gefässe der Knolle. Bemerkenswert ist nur ihre geringe Grösse. Ich habe selbst in ausgewachsenen, grossen Knollen nie mehr als 60 μ Durchmesser gefunden. Meistens schwankt er zwischen 10 und 50 μ (bei jungen Knollen 5—24 μ). Die weitesten Gefässe liegen in der Regel am äusseren, die engsten am inneren Ende der Radialreihen. Die Länge der einzelnen Glieder bewegt sich von 50—130 μ in jungen, von 100—280 μ in älteren Knollen und ist bei den Netzfaser- und Tüpfelgefässen infolge ihrer späteren Ausbildung (nach beendetem Längenwachstum) durchweg kleiner als bei Ring- und Spiralgefässen.[3])

Gefässtracheïden sind spärlich, Fasertracheïden fehlen in der Knolle.

Die zwischen und neben den Gefässen gelegenen Parenchymzellen entsprechen dem Holzparenchym des Stengels, zeigen aber nur ausnahmsweise die charakteristischen Eigenschaften desselben. In der Regel haben sie die gleiche Form wie die Zellen des Markes und führen wie diese vielfach Stärke. Soweit sie unmittelbar an die Gefässe stossen bzw. die Lücken zwischen denselben ausfüllen, sind sie durchschnittlich kleiner als die Markzellen. Im übrigen bestehen keine Unterschiede, so dass eine genaue Abgrenzung des Holzparenchyms nach aussen nicht möglich ist.

Die schwache Entwicklung des Xylems, besonders der Gefässe, entspricht der geringeren Bedeutung, welche die Wasserleitung für die Knolle als Reservestoffbehälter hat.

---

[1]) a. a. O., S. 644.
[2]) a. a. O., S. 643.
[3]) Vgl. DE VRIES, S. 642.

Beim Phloëm haben wir wieder zwischen einem inneren und einem äusseren Teil zu unterscheiden.

Das innere Phloëm weist in der Knolle keine so regelmässigen Beziehungen zum Xylem auf wie im Stengel, Blattstiel usw. In manchen Fällen fehlt es ganz (vgl. Abb. 49), in andern schliesst es sich direkt an die innersten Gefässe an; meistens aber ist es durch eine oder mehrere Parenchymschichten von der Gefässplatte getrennt (als Maximalabstand wurde 420 μ gemessen). Oft sieht man mehrere, in sich geschlossene Gruppen von Siebelementen, die entweder neben- oder radial hintereinander liegen. Jede Gruppe hat die Grösse und Form einer Markzelle und sieht aus, als sei sie aus einer solchen durch nachträgliche Teilung hervorgegangen.

Das äussere Phloëm übertrifft das innere an Masse. Es besteht gleichfalls aus mehreren Gruppen, die aber meistens dicht beieinander liegen, seltener durch Parenchymzellen, die mit den Rindenzellen übereinstimmen, getrennt sind. Einzelne Gruppen erscheinen zuweilen in radialer Richtung mehr oder minder weit in die Rinde vorgeschoben.

Die Phloëmgruppen sind, wie im Stengel, aus Siebröhren, Geleitzellen und Siebparenchym zusammengesetzt. Die strukturellen Eigentümlichkeiten derselben wurden bereits früher ausführlich besprochen, so dass sich ein näheres Eingehen erübrigt. Als Grenzwerte für die Abmessungen ergaben sich:

	Breite μ	Länge μ
Siebröhren	8—20	70—150
Geleitzellen	4—10	70—120
Siebparenchym	14—32	40— 70

Die im Stengel regelmässig in Begleitung des Phloëms auftretenden Bastfasern finden sich hier nur ausnahmsweise,[1]) und zwar in der Nähe des Nabels.

Kleine Gefässbündel, wie sie vom interfaszikularen Kabium gebildet werden, bestehen bisweilen nur aus einem kleinen äusseren Phloëm. Allgemein ist die Zahl der vom Kambium erzeugten Gefäss- und Siebelemente im Verhältnis zu den Parenchymzellen von der Art der Mark- bzw. Rindenzellen gering. Das Ergebnis des sekundären Dickenwachstums ist auf beiden Seiten des Kambiumringes ein vorwiegend parenchymatisches Gewebe, dem einerseits einzelne Gruppen von Gefässen, andererseits einzelne Phloëmgruppen eingelagert sind. DE VRIES[2]) fasst alles, vom Kabium nach innen abgegebene Gewebe als sekundäres Holz auf, dessen Elemente zum grössten Teil zu Parenchym umgebildet sind, alles ausserhalb liegende als entsprechend modifizierten sekundären Bast. Das Mark wäre demnach nur in seinem zentralen Teile eigentliches Mark, in der Peripherie dagegen umgebildetes Holz. Ich kann mich dieser Auffassung nicht anschliessen. Nach meinen Beobachtungen bildet das interfaszikulare Kambium nur an einzelnen bestimmten Stellen Gefässe bzw. Siebelemente aus; in den Zwischenradien dagegen entstehen ausschliesslich Parenchymzellen. Die

[1]) DE VRIES, S. 642, fand keine Bastfasern.
[2]) a. a. O., S. 221 und 643.

Zwischenradien entsprechen aber den Markstrahlen, die man in jungen Knollen stets zwischen den Gefässbündeln finden kann. Sie sind in älteren Knollen nur zahlreicher — infolge der vermehrten Zahl der Bündel — und breiter. M. E. ist daher das zwischen den radial hintereinander liegenden Gefäss- und Phloëmgruppen befindliche Parenchym als Markstrahlgewebe zu bezeichnen, wenn es auch keine besondere Struktur wie im Stengel besitzt. Immerhin bleibt ein auffallender Reichtum der Gefässbündel an parenchymatischen Elementen als eigentümliches Merkmal der Knolle bestehen.

Mark.

Das Mark ist in jungen Knollen im Verhältnis zur Rinde und zum Gefässbündelring nicht sehr umfangreich. In älteren Knollen dagegen stellt es den weitaus grössten Teil des fleischigen Gewebes dar; während die Rinde nur einige Millimeter dick ist, beträgt der Durchmesser des Markes mehrere Zentimeter. Dies bedeutende Wachstum beruht einmal auf Vermehrung der Zellen — man sieht im jugendlichen Mark häufig eben entstandene Teilungswände —, vor allem aber auf einer Vergrösserung der Zellen[1]), wie man bei vergleichenden Messungen erkennt. Nach meinen Beobachtungen sind die Markzellen in erbsengrossen Knollen nur 15 bis 80 μ, in etwas älteren (1—1,5 *cm* Durchmesser) 30 bis 160 μ, in ausgewachsenen aber 60 bis 300 und 320 μ[2]) gross. Der Durchmesser ist also um das Vierfache grösser geworden, was einer Zunahme der Fläche um das 16fache, des Volumens um das 64fache entsprechen würde.

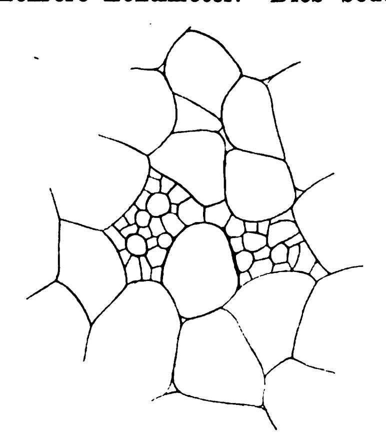


Abb. 51. Phloëmstränge aus der Mitte des Markes (Vergr. 160).

Die Zellen des Markes sind im allgemeinen etwas grösser als die der Rinde im gleichen Querschnitt, stimmen aber sonst völlig mit ihnen überein; insbesondere führen sie mehr oder minder zahlreiche Stärkekörner und zuweilen Kristallsand. Steinzellen kommen hier weit seltener und nur bei den obengenannten Sorten vor.

Eine Eigentümlichkeit des Knollenmarkes ist das häufige Vorkommen von einzelnen selbständigen Gefässbündeln, die miteinander und mit den im Ringe vereinigten Gefässbündeln nur durch Anastomosen verbunden sind. Sie finden sich in allen, auch den mittleren Teilen des Markes, ebenso übrigens in den inneren Rindenschichten, und bestehen meist lediglich aus Phloëmelementen.

---

[1]) Vgl. DE VRIES, S. 644.

[2]) AMELUNG gibt als Durchschnittswert für grosse Knollen 200 μ, für kleine Knollen 161 μ an.

de Vries[1]) scheint sie im zentralen Mark nicht bemerkt zu haben und daraus die Berechtigung abzuleiten, dieses von den peripherischen Teilen als eigentliches Mark zu unterscheiden. Wie bereits auseinander gesetzt wurde, ist diese Auffassung nicht zutreffend. Die in geringerer Entfernung vom Kambiumring gefundenen, rings von Parenchym umschlossenen Gefäss- bzw. Phloëmgruppen mögen ihre Entstehung dem Kambium verdanken, die weiter entfernten bilden sich sicher unabhängig davon. Sie sind daher nicht als Bestandteile des sekundären Holzes zu deuten, sondern als markständige (bzw. rindenständige) Gefässbündel zu bezeichnen.

Wenn diese Bündel vorwiegend oder ausschliesslich Siebelemente enthalten, so hängt das mit der Funktion der Knollen als Reservestoffbehälter zusammen. Durch das reichentwickelte System von Phloëmsträngen

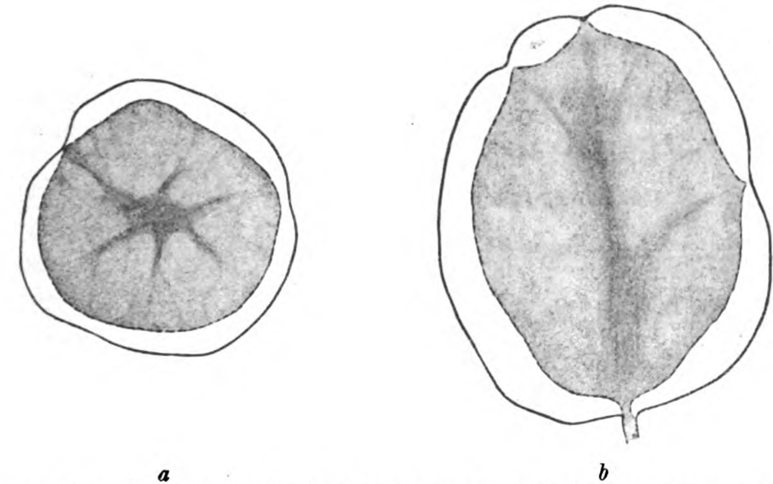


Abb. 52. Schattierung im Mark der Knolle, hervorgerufen durch Stärkelösung (vor dem Austreiben). a Querschnitt, b Längsschnitt. Nat. Gr. Die glasig erscheinenden Partien sind dunkel wiedergegeben.

wird eine gleichmässige Verteilung der zugeführten Assimilate bzw. ihre Speicherung in Form von Stärke gewährleistet. Andererseits dient es dazu, die austreibenden Augen schnell und ausgiebig mit plastischem Baumaterial zu versehen.

Zum Schlusse sei noch einer eigenartigen Differenzierung der Marksubstanz[2]), wie man sie bald stärker, bald schwächer ausgeprägt besonders in solchen Knollen beobachtet, die kurz vor dem Austreiben stehen. Das Mark erscheint nämlich auf Schnittflächen teils heller, teils dunkler schattiert. Die dunkleren Partien, die gleichzeitig durchsichtiger und wässeriger sind, bilden auf Querschnitten eine sternartige Zeichnung auf Längsschnitten einen breiten, verschieden geformten, zentralen Stamm, der sich nach der Krone hin verschmälert und nach beiden Seiten strahlenähnliche

[1]) a. a. O., S. 643.
[2]) Vgl. Franz, S. 10—11.

Äste abgibt. Zwischen den Strahlen treten noch einzelne, grössere oder kleinere Flecken auf. Bei genauerem Studium erkennt man, dass diese Strahlen nach den Seitenaugen hinziehen, während der Hauptstamm zu den Kronenaugen aufsteigt. Eine mikroskopische Prüfung der helleren und dunkleren Teile des Markes lehrt, dass die letzteren bedeutend weniger Stärkeköruer enthalten. Offenbar ist die ursprünglich überall gleichmässig verteilte Stärke an diesen Stellen zum Teil aufgelöst, damit die Augen bei Beginn des Austreibens sogleich genügend Kohlenhydrate in geeigneter, rasch diosmierender Form zur Verfügung haben.

V. Wurzel.

Morphologisches.

Die aus Knollen gezogene Kartoffelpflanze besitzt im Gegensatze zu den Sämlingen keine Haupt-, sondern nur „Nebenwurzeln". Sie entspringen gewöhnlich zu 3—5 an den Knoten des unterirdischen Stengels. Wie man bei jungen Keimsprossen leicht erkennt, gehen sie dicht über und neben den Stolonen ab, die ja gleichfalls in den Achseln der Blattschuppen ihren Ursprung nehmen. Die Wurzeln eilen den Stolonen im Wachstum voraus[1]) und erreichen schon eine bedeutende Länge, wenn die in gleicher Höhe entspringenden Knospen kaum anfangen sich zu strecken. Sie bilden zahlreiche Zweiglein, die meist kurz bleiben und sich nicht weiter verzweigen. Erst bei zunehmender Erstarkung der Pflanze entwickelt sich ein reich verzweigtes Wurzelsystem, das um den Stamm herum ein dichtes Geflecht bildet.

Literatur.

Über die Anatomie der Wurzel finden sich in den früher veröffentlichten Arbeiten nur verhältnismässig dürftige Angaben. SCHACHT[2]) bemerkt nur, dass sie im inneren Bau „etwa dem unterirdischen Stengel entspricht" und „wie dieser im Gewebe des Markes und der Rinde Stärkemehl enthält". Danach sind ihm die charakteristischen Unterschiede zwischen Stengel und Wurzel ganz entgangen. SORAUER[3]) stellte die Angaben SCHACHTS insofern richtig, als er das Fehlen des Markes betonte; er war aber noch der irrigen Meinung, dass in den Wurzeln keine Siebzellen vorhanden seien. Erst DE VRIES[4]) gibt eine richtige Beschreibung des anatomischen Baues, besonders des Zentralzylinders. Die Arbeit von COLLE (1910) bringt einige kurze Bemerkungen, über Periderm, Bast und Markstrahlen.

Gliederung.

Der Querschnitt der Wurzel ist kreisrund; er erreicht am unterirdischen Stengel einen Durchmesser von 2—4 *mm*, während die feinsten

---

[1]) Vgl. DE VRIES, S. 232.
[2]) a. a. O., S. 8.
[3]) 1868, S. 165.
[4]) a. a. O., S. 629—630 und 25.

Verzweigungen etwa 0,2 *mm* dick sind. Die Gewebeverteilung erinnert an die des Stengels; man erkennt einen zentralen, gefässreichen Strang, den Zentralzylinder, der von einer, zur Hauptsache aus parenchymatischem Gewebe bestehenden Rinde umgeben ist. In jungen Wurzeln ist der Zentralzylinder verhältnismässig dünn, sein Durchmesser nur $^1/_8$—$^1/_4$ des Gesamtdurchmessers. Mit zunehmendem Alter aber verschiebt sich das Verhältnis zu seinen Gunsten, und in den ältesten Teilen der Wurzeln übertrifft er an Masse die Rinde bedeutend.

Mit den Grössenverhältnissen ändert sich auch der anatomische Bau der beiden Teile. Bei jungen Wurzeln ist die Rinde nach aussen durch

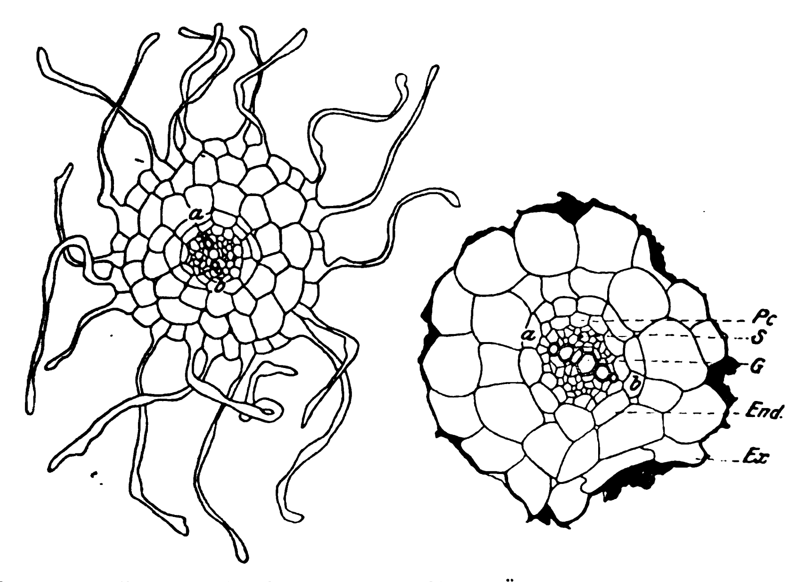


Abb. 53. Junge Wurzel mit diarchem Zentralzylinder (Vergr. 100).

Abb. 54. Ältere Wurzel (Vergr. 160). G Gefässteil (die von a und b ausgehenden Radialplatten sind in der Mitte zusammengestossen), S Siebteil, Pc Perizykel, End Endodermis, Ex Exodermis.

eine wohlausgebildete Epidermis mit zahlreichen Wurzelhaaren abgeschlossen. Später kollabiert diese und löst sich ab, während die Zellen der nächsten Schicht verkorken und als Exodermis den Schutz des Wurzelinneren übernehmen. Im weiteren Verlauf der Entwicklung wird auch diese zerstört und durch die folgende, wiederum verkorkende Schicht ersetzt. Derselbe Vorgang kann sich mehrfach wiederholen, bis schliesslich die innerste, als Endodermis ausgebildete Rindenschicht erreicht ist.

Der Zentralzylinder entspricht dem gleichnamigen Teil des Stengels, d. h. dem Mark und der Gesamtheit der Gefässbündel, unterscheidet sich von ihm aber durch das Fehlen eines besonderen Markgewebes und die abweichende, je nach dem Alter der Wurzel verschiedene Anordnung der Elemente der Gefässbündel. Xylem und Phloëm liegen nicht auf gleichen Radien hintereinander, sondern auf verschiedenen Radien nebeneinander.

In ganz jungen Wurzeln (vgl. Abb. 57 a) erkennt man 2—5 regelmässig auf den Umfang verteilte peripherische Gruppen von Gefässen (und Tracheïden) und zwischen ihnen ebenso viele Gruppen von Siebelementen. Die Mitte des Zentralzylinders wird von parenchymatischem Grundgewebe eingenommen, ebensolches Gewebe trennt in 1—2 Schichten die Phloëm- und die Xylemteile. Die Gefässe bilden mehr oder minder deutliche Radialreihen, in denen die ältesten und engsten dem Rande des Zentralzylinders am nächsten liegen. Neue Gefässe entstehen in zentripetaler Folge, indem die zentralen Parenchymzellen sukzessive ihre Membranen verdicken. So stossen die Radialreihen schliesslich in der Mitte zusammen; der Holzkörper nimmt die Gestalt eines 2—5 strahligen Sternes an (Abb. 54). Später verwischt sich diese Struktur, da sich die neugebildeten Gefässe rechts und links an die radialen Platten anlegen, den Zwischenraum allmählich ausfüllen und die klein bleibenden Phloëmgruppen mehr und mehr nach aussen drängen (Abb. 57 b). Inzwischen sind die Zellen des Grundgewebes, zunächst auf der Innenseite der Phloëmgruppen, zuletzt auf der Aussenseite der Xylemgruppen, in Teilungen eingetreten; es bildet sich ein zusammenhängender, anfangs zwischen den Gefässplatten eingebuchteter, später kreisrunder Kambiumring aus, der ein schwaches, sekundäres Dickenwachstum hervorruft (Abb. 57 c, d). Der Umriss des Holzkörpers wird polygonal und schliesslich annähernd kreisförmig, so dass von der ursprünglichen Anordnung der Elemente nichts mehr zu erkennen ist.

Die äusserste Schicht des Zentralzylinders, das Perikambium, setzt sich aus kleinen parenchymatischen Zellen zusammen. Hier nehmen die Vegetationspunkte der Seitenwurzeln ihren Ursprung, und zwar immer auf der Aussenseite der primären Xylemgruppen,[1]) so dass je nachdem 2 bis 5 Reihen von Würzelchen entstehen. Wo es zu einer Peridermbildung kommt (s. u.), geht das Phellogen gleichfalls aus dem Perikambium hervor.

Wir gehen nunmehr zur Besprechung der einzelnen Gewebeelemente über.

Epidermis.

Die Epidermis, die nur an jungen Wurzeln bzw. an den Wurzelenden gut erhalten ist, besteht aus Zellen, die im Querschnitt abgerundet-viereckig, nach aussen etwas vorgewölbt und oft deutlich in Längsreihen angeordnet sind. Ihre Dicke (radial) und Breite (tangential) schwanken zwischen 16—60 μ, während die Länge meistens 2—12 mal grösser ist (50—320 μ). Kurze und isodiametrische Zellen sind weniger häufig; man findet sie besonders um die Ansatzstellen der Nebenwurzeln herum. Im Unterschiede von der Stengelepidermis sind die Aussenwände nicht merklich dicker als die übrigen. Eine eigentliche Kutikula fehlt; stattdessen überzieht eine farblose oder gelbliche dünne Schleimschicht von schwach-körniger Beschaffenheit die Oberfläche.

Spaltöffnungen weist die Wurzelepidermis nicht auf. Dagegen trägt sie in einer bestimmten, weiter unten näher zu umgrenzenden Zone zahl-

[1]) Vgl. DE BARY, S. 404.

reiche Haare (vgl. Abb. 53). Diese Wurzelhaare[1]) entstehen wie die Haare des Stengels als Ausstülpungen der Epidermiszellen, grenzen sich aber von diesen nicht ab, sondern bleiben mit ihnen dauernd in offener Verbindung. Auch ist ihr basaler Durchmesser wesentlich kleiner als der ihrer Mutterzelle. Irgendwelche Teilungswände, wie wir sie sowohl bei den Deck- als auch bei den Drüsenhaaren fanden, sind nicht vorhanden. Die Wurzelhaare stellen demnach nur schlauchartige Auszweigungen der Epidermiszellen dar. Der Kern und der grösste Teil des Plasmas wandert in die Haare ein und sammelt sich meist an deren abgerundetem Ende an. Beim Fortwachsen im Boden nehmen sie mannigfaltige, unregelmässige Formen an, indem sie den Bodenteilchen ausweichen oder sie, beulig anschwellend, umwachsen. Sie erreichen eine Länge bis zu 700 μ, sind an ihrer Basis 12—30 μ, im übrigen 8—22 μ dick (von den aufgetriebenen Stellen abgesehen). Die Wandungen sind dünn und wie die Epidermiszellen selbst von einer zarten Schleimschicht bedeckt, die mit den Bodenteilchen eine innige Berührung herstellt.

Die Wurzelhaare sind in ihrem Vorkommen auf eine bestimmte Zone beschränkt, die 0,15—1,0 *mm* unterhalb des Vegetationspunktes beginnt und sich 0,35—40 *mm* abwärts erstreckt. Die Zone ist also sehr verschieden gross. Die Unterschiede dürften durch ungleiche Wachstumsgeschwindigkeit bedingt sein. Denn in der Regel haben lange, dünne Wurzeln eine ausgedehntere Haarzone als kurze dicke. Innerhalb der genannten Zone ist die Dichtigkeit der Haare nicht überall die gleiche. Vielmehr erreicht sie nahe der oberen Grenze den grössten Wert und nimmt nach unten zu mit unregelmässigen Schwankungen allmählich ab. Diese Verteilung erklärt sich daraus, dass die Haare wie die zugehörigen Epidermiszellen eines Querschnitts nicht gleichzeitig, sondern teils früher teils später absterben. Deshalb ist auch die untere Grenze nicht genau festzulegen; einzelne Haare habe ich noch 10 *cm* unterhalb der Spitze gefunden, aber die Mehrzahl ist in der oben angegebenen Entfernung bereits vertrocknet oder abgestossen.

Rinde.

Die Rinde (Abb. 54) besteht ausser der Endo- und Exodermis aus 1—7 Zellschichten, je nach dem Alter und der Dicke der Wurzel. Ganz junge Wurzeln weisen nur 1—2 derartige Schichten auf; beim ferneren Wachstum steigt ihre Anzahl, um schliesslich wieder zu sinken, wenn die Rinde nach und nach abgestossen wird. Die Zellen sind im Querschnitt vier- bis vieleckig oder rundlich, zum grossen Teil tangential gedehnt. Zuweilen zeigen sie eine regelmässige Anordnung in radialen Reihen und konzentrischen Ringen. Zwischen ihnen sind zahlreiche kleine Lufträume ausgespart, wie in der Rinde des Stengels. Die Wandungen sind im allgemeinen dünn. Nur in älteren Wurzeln und dann in den mittleren Schichten der Rinde kommen vereinzelte, selten zahlreichere Zellen mit sklerenchymatisch verdickten Wänden vor, wie wir sie bereits oben beim Stengel näher beschrieben

[1]) SCHWARZ (S. 172, 175) erwähnt unter den untersuchten Pflanzen auch die Kartoffel.

und als „Steinzellen“ bezeichnet haben. Ziemlich häufig findet man Kristallzellen. Im übrigen enthalten die Zellen neben den gewöhnlichen Bestandteilen oft zahlreiche Stärkekörner.

Die Grösse schwankt in radialer Richtung von 10—60 μ, in tangentialer Richtung von 20—140, selten 190 μ. Die Länge ist in der Regel grösser als die Breite (bis 8 mal), im übrigen sehr wechselnd (40—300 μ). Die Steinzellen haben eine lichte Weite von 20—86 (120) μ, während ihr Membran je nach dem Entwicklungsstadium 2—6 μ, vereinzelt bis 8 μ dick ist.

Exodermis.

Der beschriebene Bau der Rinde erleidet eine bedeutsame Abänderung, wenn die Epidermis ausser Funktion gesetzt wird. Unversehrt ist die Epidermis nur in den ersten 1—3 *cm* unterhalb der Wurzelspitze; dann beginnen zunächst einzelne, später sämtliche Zellen derselben nebst den ihnen anhaftenden Haaren zusammenzuschrumpfen; sie vertrocknen und lösen sich ab. 4—5 *cm* unterhalb der Spitze, oft auch schon in geringerer Entfernung, ist von der ursprünglichen Epidermis nichts mehr zu bemerken. Die Aufgabe, das Wurzelinnere zu schützen, wird dann von der äussersten Rindenschicht übernommen, indem diese sich zur Exodermis umbildet. Ihre Zellen erfahren, ohne sich sonst irgendwie zu verändern, eine „Verkorkung“ ihrer Membranen. Die „Verkorkung“ zeigt sich zu erst an den Punkten, an denen das Absterben der Epidermis beginnt, und dehnt sich in dem Maſse, wie die Zerstörung der Epidermis fortschreitet, über den ganzen Umfang aus. Die „Verkorkung“ besteht darin, dass der primären Membran eine dünne Suberinlamelle und dieser dann eine Zelluloselamelle aufgelagert wird. Die primäre Membran und die Zelluloselamelle verholzen später, so dass die Wandungen der Epidermiszellen an älteren Wurzelteilen sowohl Kork- als auch Ligninreaktion geben. Es liegen demnach typische Korkzellmembranen[1]) vor.

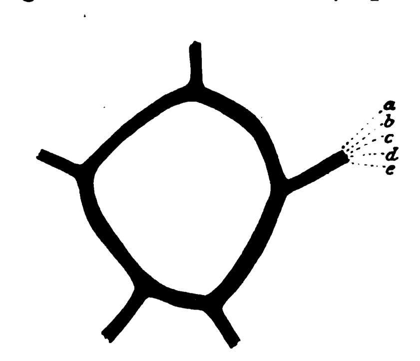


Abb. 55. Exodermiszelle mit typischer Korkmembran, schematisch. Die Membran besteht aus 3 verholzten Schichten (a, c, e) und 2 Suberinlamellen (b, d).

Die Exodermis ist dauerhafter als die Epidermis, wird aber früher oder später gleichfalls abgestossen und durch die angrenzende, nächsttiefere Rindenschicht abgelöst. Diese erleidet wieder nach einiger Zeit dasselbe Schicksal, und so wird die Exodermis von Schicht zu Schicht rückwärts verlegt, bis schliesslich (in alten Wurzeln) die ganze Rinde abgestossen ist und der Abschluss der Wurzel nach aussen von der Endodermis übernommen wird.

---

[1]) Vgl. ROTHERT, S. 1173.

Endodermis.

Die Endodermis, die als innerste Schicht der Rinde aufgefasst wird, unterscheidet sich in ganz jungen Würzelchen nicht wesentlich von den übrigen Rindenschichten. Ihr besonderer Charakter äussert sich nur darin, dass die Zellen die Gestalt schmaler, tangential gerichteter Platten von meist rechteckigem Querschnitt haben und mit ihren Schmalseiten lückenlos aneinander schliessen. Sehr bald aber treten in der Membranstruktur eigentümliche Veränderungen ein. Die Radialwände zeigen auf Querschnitten linsenförmige, etwas glänzende Anschwellungen, die meist in der Mitte der Wand liegen, zuweilen aber auch mehr nach aussen gerückt erscheinen. Wie man auf tangentialen Längsschnitten erkennt, rühren diese Anschwellungen daher, dass entsprechend breite Streifen der Radialwände fein gewellt sind. Wir haben es mit den für die Endodermis charakteristischen CASPARYschen Streifen zu tun. Die Membran ist an diesen Stellen auch chemisch verändert. Bei Behandlung mit Chlorzinkjod färben sie sich bräunlichgelb, mit Phlorogluzin und Salzsäure heller oder dunkler rot. Eine eigentliche Verkorkung, wie sie meist angenommen wird, liegt also nicht vor. Eher könnte man mit KROEMER[1]) von einer Verholzung sprechen. Vielleicht handelt es sich auch um korkähnliche Stoffe. Ich lasse die Frage vorläufig offen, behalte aber im Anschluss an HABERLANDT[2]) den Ausdruck Verkorkung bei, da er in erster Linie bestimmte physikalische Änderungen der Zellwand (Herabsetzung der Permeabilität) bezeichnet, chemisch dagegen immer noch ein Sammelname für verschiedene, noch nicht genügend erforschte, aber vermutlich miteinander nahe verwandte Stoffe ist. Im Verlaufe der weiteren Entwicklung greift sich dieser Umwandlungsprozess auf die ganzen radialen sowie die angrenzenden tangentialen Wände über, sei es beiderseits oder nur nach einer Seite, so dass einzelne Zellen mit ringsum verkorkten Wänden entstehen. Solche Zellen finden sich zunächst nur an den Stellen der Endodermis, die den Phloësträngen des Zentralzylinders benachbart sind; gegenüber den Gefässplatten, insbesondere unmittelbar bei den englumigen Erstlingsgefässen, bleiben die Wandungen noch eine Zeitlang unverkorkt (Durchlasszellen). Auf dieser Entwicklungsstufe gleicht die Endodermis in gefärbten Schnitten einem regelmässig durchbrochenen Ring, denn die Durchlasszellen verteilen sich wie die Gefässplatten in ungefähr gleichen Abständen über den Umfang

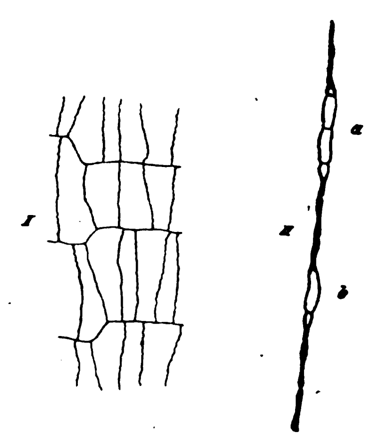


Abb. 56. Endodermiszellen. I im Tangentialschnitt (Vergr. 100), II im Radialschnitt, zum grössten Teil zusammengedrückt und verkorkt; bei a, b „Durchlasszellen“ (Vergr. 50).

[1]) a. a. O., S. 94.

[2]) HABERLANDT, 1904, S. 325.

des Kreises. Häufig kann man von der Zahl der Durchlasszellen auf die der Gefässplatten schliessen, wenn die Gliederung des Zentralzylinders bereits verwischt ist; zuweilen ist allerdings die Verteilung derselben weniger regelmässig. Schliesslich verkorken auch die letzten Zellen völlig; die Endodermis bildet eine geschlossene Schutzscheide. Dass die Verkorkung nicht gleichmässig vor sich gegangen ist, erkennt man oft noch an der ungleich intensiveren Färbung der zuerst verkorkten Zellen mit Chlorzinkjod. In älteren Wurzeln pflegen die Endodermiszellen, wenigstens zum grossen Teil, zusammenzuschrumpfen; die tangentialen Wände werden eingedrückt und verengern das Lumen bis zum völligen Schwinden. Solche Zellen gaben stets die intensivste Korkreaktion. Ob es sich hierbei um eine Alterserscheinung der Endodermis oder um eine Druckwirkung des in die Dicke wachsenden Zentralzylinders handelt, bleibe einstweilen dahingestellt. Nach meinen Beobachtungen wird eine bestimmte Reihenfolge, wie etwa beim Verkorken, nicht innegehalten. Sowohl Quer- als auch Radialschnitte zeigen kollabierte und turgeszente Zellen in regelloser Verteilung (Abb. 56, II).

Die Abmessungen der Endodermiszellen bewegen sich, wenn wir von den jüngsten absehen, in folgenden Grenzen: Radiale Breite 8—40 (34) μ, tangentiale Breite 10—90 (120) μ, Länge 50—180 μ.

Zentralzylinder.

Der allgemeine Bau des Zentralzylinders würde bereits oben geschildert und dabei festgestellt, dass im Laufe der Entwicklung in der Anordnung der Elemente weitgehende Änderungen eintreten. Junge Wurzeln sind deutlich oligarch,[1]) d. h. ihr Zentralzylinder weist 2—3, seltener 4—5 radial verlaufende Gefässplatten auf. Innerhalb ein und derselben Wurzel ist die Zahl der Platten konstant. Jede besteht Anfangs in der Regel aus einer einzigen Reihe von Gefässen bzw. Gefässtracheïden. Die äussersten, also ältesten Gefässe haben den kleinsten (4—8 μ), die innersten und jüngsten den grössten Durchmesser (20—40 μ); dazwischen nimmt der Durchmesser von aussen nach innen mehr oder weniger stetig zu. So wurde bei einer diarchen, 0,13 *mm* dicken Wurzel gemessen: 1. Reihe: 4, 12, 17, 24 μ; 2. Reihe: 7, 15, 20, 15 μ. In einem anderen Falle (Dicke 0,125 *mm*): 1. Reihe: 5, 8, 12, 9, 18 μ; 2. Reihe: 4, 7, 8, 10, 11, 23 μ. Die Erstlingsgefässe haben ausschliesslich ring- oder spiralförmige Verdickungsleisten, die meist schmal (kleiner als 1 μ) und verhältnismässig weit auseinandergezogen sind. Diese schwache Aussteifung der Membran macht es verständlich, dass sie bei fortschreitendem Wachstum des Holzkörpers oft zusammengedrückt werden und dann schwer aufzufinden sind. Die später gebildeten Gefässe haben entweder netzfaserige Verdickungen oder (meistens) Tüpfel.

In etwas älteren Wurzeln stossen die Gefässplatten, wie oben ausgeführt, in der Mitte zusammen und neue Gefässe legen sich beiderseits

[1]) Vgl. de Bary, S. 404.

an dieselben an. Die Gefässgruppen nehmen vorübergehend die Form von Dreiecken an, deren Spitze in der Peripherie liegt. Der gesamte Holzkörper verliert seine sternförmige Gestalt und verwandelt sich in ein Vieleck mit eingebuchteten Seiten (Abb. 57 b). Ausser Gefässen von verschiedener, meist grösserer Weite, die überwiegend Tüpfelmembranen haben, werden nun auch Fasertracheïden in geringer Anzahl gebildet.

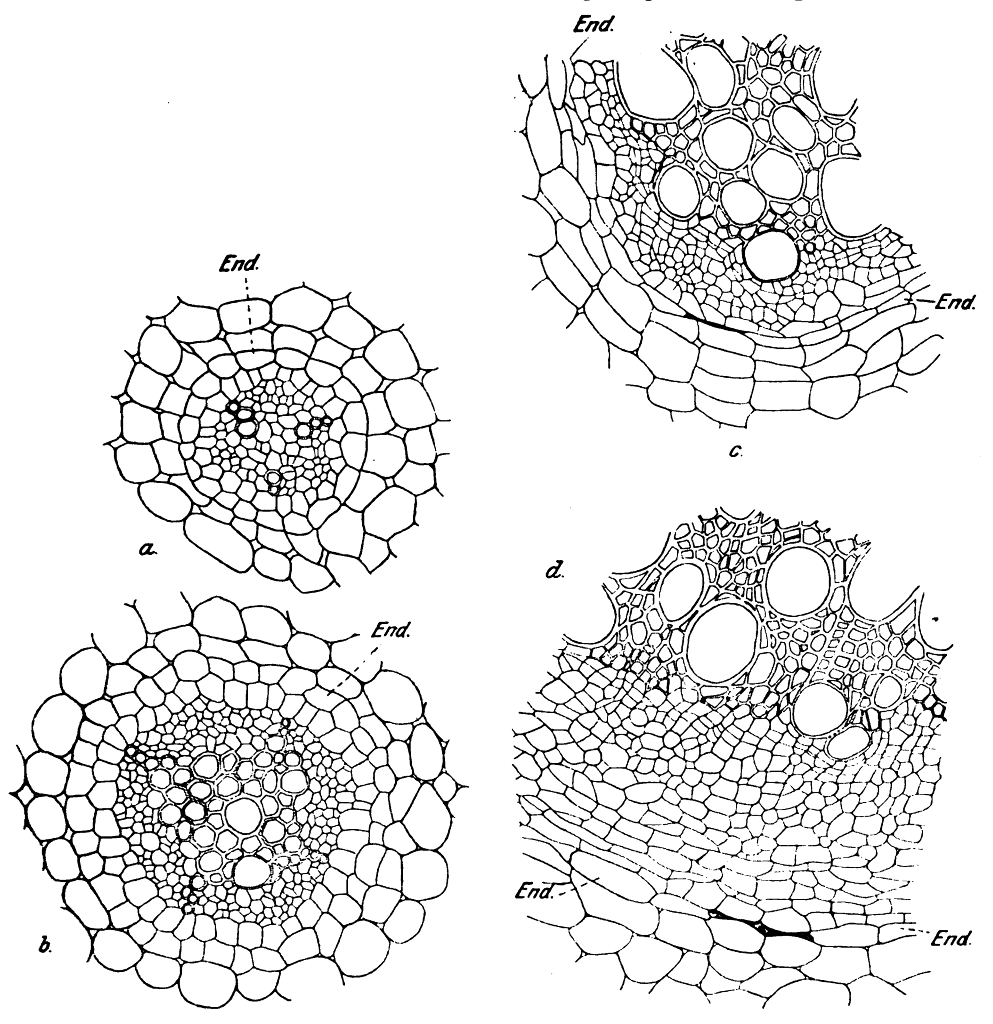


Abb. 57. Zentralzylinder der Wurzel in verschiedenen Entwicklungsstadien (Erklärung im Text). a, b 160 fach vergr., c, d 100 fach. End. = Endodermis.

Mit zunehmendem Alter bekommt der Holzkörper allmählich eine kreisrunde Form. Das inzwischen gebildete Kambium erzeugt vorwiegend Xylemelemente, so dass die Phloëmgruppen mehr und mehr nach aussen gedrängt werden. Durch das sekundäre Dickenwachstum wird die ursprüngliche Gliederung des Zentralzylinders völlig verwischt, zumal die jetzt entstehenden Gefässe sich den Erstlingsgefässen vorlagern und diese nicht selten zusammendrücken. Auch im sekundären Holz überwiegen

Gefässe bei weitem; sie sind stets mit Tüpfeln versehen und weisen bisweilen Thyllen[1]) auf. Im allgemeinen ist der sekundäre Zuwachs nicht bedeutend, manchmal aber erreicht der Holzkörper dadurch einen beträchtlichen Umfang.

Mit dem Bau der einzelnen Elemente brauchen wir uns hier nicht zu befassen, da er bereits an andrer Stelle eingehend besprochen worden ist. Was ihre Grösse betrifft, so ist diese je nach dem Alter und der Dicke der Wurzeln verschieden.

Die Gefässe haben in ausgewachsenen Wurzeln von etwa 1 *mm* Dicke einen Durchmesser von 60—80 μ, in dickeren Wurzeln erreichen sie 110 bis 130 μ. Die in frühen Entwicklungsstadien gebildeten Ring- und Spiralgefässe werden nur bis 12 μ, die Netzgefässe bis 60 μ weit. Die Länge der einzelnen Glieder schwankt von 70—385 μ, doch herrschen kurze Glieder vor.[2]) Nach HIMMELBAUR (1912) hängt die Grösse der Gefässe vom Standort ab.[3]) Da die Gefässe im Dienste der Wasserversorgung stehen und diese je nach der Bodenbeschaffenheit verschieden reichlich ist, erscheint ein solcher Zusammenhang verständlich. Leider gibt HIMMELBAUR keine Zahlenwerte an; ich selbst habe keine Gelegenheit zu ähnlichen Beobachtungen gehabt.

Die Gefässtracheïden[3]) stehen den Gefässen an Grösse nach; sie werden bis 30 μ weit und bis 300 μ lang.

Die Fasertracheïden[4]) haben einen Durchmesser von 8—25 μ und eine Länge von 280—600 μ.

Phloëm.

Das Phloëm bildet in jungen Wurzeln kleine, in den Radien zwischen den Gefässplatten liegende Gruppen, erscheint in älteren nach der Peripherie abgedrängt und zieht sich nach eingetretenem sekundären Wachstum in Gestalt eines schmalen Ringes von verschiedener Breite um den Holzkörper herum. Wie im Stengel findet man hier Siebröhren, Geleitzellen und Parenchym. Die Bastfasern dagegen, die sonst regelmässig in Begleitung der Phloëmgruppen auftreten, fehlen.[5]) Die oben als Nekrose beschriebenen Schrumpfungen und Verfärbungen der Siebröhren und Geleitzellen kommen in Wurzeln nicht vor; selbst bei stark rollkranken Pflanzen ist das Phloëm der Wurzeln normal. HIMMELBAUR (1912)[6]) behauptet, dass der Siebteil bei kranken Pflanzen eine geringere Ausbildung zeigt und aus kleineren, unregelmässiger angeordneten Zellen besteht. Seine Abbildungen (15—18 auf S. 32—33) lassen den Unterschied zwischen

---

[1]) Vgl. DE VRIES, S. 630.

[2]) Vgl. DE VRIES, S. 630.

[3]) a. a. O., S. 16.

[4]) DE VRIES, S. 630, fasst die Gefäss- und Fasertracheïden unter der Bezeichnung „Holzzellen" zusammen.

[5]) Dieser Abweichung tut auch COLLE Erwähnung.

[6]) a. a. O., S. 31.

gesunden und kranken Wurzeln deutlich erkennen. Ich habe ähnliche Unterschiede nicht gefunden und glaube nicht, dass sie mit der von HIMMELBAUR angenommenen Regelmässigkeit auftreten. Es ist auch nicht einzusehen, warum die Beschaffenheit des Phloëms in den Wurzeln einen so tiefgreifenden Einfluss auf die Gestaltung der Pflanze haben sollte, wie er bei der Blattrollkrankheit in Erscheinung tritt. Die Hauptfunktion der Wurzel ist die Aufnahme und Leitung des Wassers, ihr wichtigster und auch am besten ausgebildeter Bestandteil also das Xylem. Demgegenüber tritt naturgemäss das Phloëm, dem nur die Zuführung von Bildungsstoffen zu den Vegetationspunkten der Wurzeln obliegt, an Bedeutung für die oberirdischen Pflanzenteile zurück.

In ihrem feineren Bau stimmen die Siebelemente der Wurzel vollkommen mit denen des Stengels überein.

Die Siebröhren werden je nach dem Alter der Wurzel 5—30 μ weit (in jungen nicht über 15 μ), die Länge der Glieder beträgt 90—300 μ. Die Geleitzellen sind fast stets ebensolang, wie eine der benachbarten Siebröhren, während ihr Durchmesser geringer ist (3—12 μ).

Kambium.

In jungen Wurzeln liegt zwischen den Phloëmgruppen und den Gefässplatten eine Schicht (selten 2) kleiner, parenchymatischer Zellen von vier- bis vieleckigem Querschnitt, die dem Kambium der Gefässbündel im Stengel entspricht. Wenn die Ausbildung der Xylemstrahlen bis zu ihrem Zusammenstoss in der Mitte geführt hat oder bald darauf, entstehen in dieser Schicht die ersten Teilungswände; die am weitesten nach innen gelegenen Stellen machen den Anfang, und die seitlichen schliessen sich alsbald an, während gegenüber den äusseren Enden der Gefässplatten zunächst keine Teilungen eintreten. Die entstehenden Zellen werden überwiegend zu Gefässen bzw. Tracheïden, so dass der Holzkörper zusehends wächst, während die Phloëmgruppen klein bleiben und gleichzeitig nach aussen gedrängt werden. Erst später findet man auch gegenüber den Gefässplatten kambiale Teilungswände. Der Kambiumring schliesst sich mehr oder weniger vollständig und erzeugt nach innen sekundäres Holz, nach aussen sekundären Bast; beides gewöhnlich nur in beschränktem Umfange. Holzkörper und Bastring werden nach COLLE von zahlreichen einreihigen Markstrahlen durchzogen. Ich habe solche in den meisten Wurzeln nicht bemerkt.

Perizykel.

Die äusserste Schicht des Zentralzylinders, der Perizykel, setzt sich aus kleinen, parenchymatischen Zellen zusammen. Sie sind zum Teil tangential gestreckt und viereckig, zum Teil vieleckig. Bei den Gefässplatten erreichen sie oft einen grösseren Durchmesser als in der Zwischenzone, so dass der Perizykel hier deutlich nach innen vorspringt. Im ganzen schwankt ihre Grösse von 6—20 μ. Aus dem Perizykel gehen die Vege-

tationspunkte der Seitenwurzeln hervor, und zwar entspringen sie vor den Aussenkanten der Gefässplatten. Dabei setzen sich die Gefässplatten der Seitenwurzel an die entsprechende Platte der relativen Hauptwurzel an, während ihre Phloëmstränge mit den, rechts und links von dieser gelegenen Phloëmgruppen verbunden sind.[1])

COLLE behauptet, dass die Rinde durch ein Periderm ersetzt wird, das sich fast bis in den Bast erstreckt. Ich habe ein solches Periderm in normalen Wurzeln überhaupt nicht beobachtet. Nur wo die Wurzel bis in den Zentralzylinder hinein verletzt, also die Endodermis beschädigt ist, entsteht ein lokaler, peridermähnlicher Wundverschluss, dessen Bildung von den Zellen des Perizykels ausgeht.

---

[1]) Vgl. DE BARY, S. 404.

Literatur-Nachweis.

AMELUNG, Mittlere Zellgrössen. Flora 1893, S. 176.

O. APPEL, Zur Kenntnis des Wundverschlusses bei den Kartoffeln. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XXIV, S. 118—122. 1906.

A. DE BARY, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. 1877.

BLASS, Untersuchungen über die Bedeutung des Siebteils der Gefässbündel. Jahrb. f. wissensch. Bot. XXII, S. 253—291. 1891.

H. BLIESENICK, Über die Obliteration der Siebröhren. Diss. Erlangen 1891.

BRETFELD, Über Vernarbung und Blattfall. Jahrb. für wiss. Bot. XII, S. 133. 1879—81.

F. COHN, Über Proteinkristalle in den Kartoffeln. 37. Jahresber. d. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur, S. 72—82. 1859.

P. COLLE, Etude microscopique des Solanées vireuses et alimentaires. Thèse, Montpellier 1910.

K. CZECH, Untersuchungen über die Zahlenverhältnisse und die Verbreitung der Stomata. Bot. Ztg. 1865, S. 101—106.

O. EBERDT, Beiträge zur Entstehungsgeschichte der Stärke. Jahrb. f. wiss. Bot. XXII, S. 293—348. 1891.

F. ESMARCH, Über den Wundverschluss bei geschnittenen Saatkartoffeln. Fühlings landw. Ztg. 67, S. 253—256. 1918.

F. FEDDE, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Solanaceen. Diss. Breslau 1896.

B. FRANK und F. KRÜGER, Über den direkten Einfluss der Kupfervitriolkalkbrühe auf die Kartoffelpflanze. Heft 2 der Arb. der D. L.-G. 1894 (Tafel I).

H. FRANZ, Studien an der Kartoffelknolle. Diss. Göttingen 1873.

G. HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie, 3. Aufl. 1904.

Derselbe, Zur Physiologie der Zellteilung. Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss. Berlin **16**, 318 bis 345. 1913.

E. HEINRICHER, Über massenhaftes Auftreten von Kristalloiden in Laubtrieben der Kartoffel. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. IX, S. 287—291. 1891.

W. HIMMELBAUR, Die Fusarium-Blattrollkrankheit der Kartoffel. Sep. aus der Österr.-ungar. Zeitschr. f. Zuckerindustrie und Landw. XLI, Heft 5 und 6. 1912.

W. HIMMELBAUR, Weitere Beiträge zum Studium der Fusarium-Blattrollkrankheit der Kartoffel. Sep. aus der gl. Zeitschr. XLII, Heft 5. 1913.

F. A. HOCH, Vergleichende Untersuchungen über die Behaarung einiger Labiatae, Scrophulariaceae und Solanaceae. Diss. Freiburg 1886.

R. HOHNFELDT, Über das Vorkommen und die Verteilung der Spaltöffnungen an unterirdischen Pflanzenteilen. Diss. Königsberg 1880.

KNY, Über die Bildung des Wundperiderms an Knollen in ihrer Abhängigkeit von äusseren Einflüssen. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. VII, S. 154—168. 1889.

W. KREITZ, Untersuchungen über die Schale verschiedener Kartoffelsorten. Arb. a. d. Kaiserl. Biolog. Anstalt f. Landw. VI, 2—27. Berlin 1908.

K. KROEMER, Wurzelhaut, Hypodermis und Endodermis der Angiospermenwurzel. Bibl. bot. Heft 59. 1903.

F. KRÜGER, s. u. FRANK.

E. KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie, 2. Aufl. 1916.

A. MEYER, Untersuchungen über die Stärkekörner. 1895.

L. OLUFSEN, Untersuchungen über die Wundperidermbildung an Kartoffelknollen. Diss. Kiel 1903.

R. PAULMANN, Über die Anatomie des Laubblattes. Flora, Neue Folge VII, S. 227—258. 1915.

O. G. PETERSEN, Über das Auftreten bikollateraler Gefässbündel in verschiedenen Pflanzenfamilien. Englers Jahrbücher III, S. 359—402 (Solanaceen S. 382—383). 1882.

POMBENKE, Vergleichende Untersuchungen über den Bau des Holzes einiger sympetaler Familien. Arb. a. d. Kgl. bot. Garten zu Breslau I, 1 (Solanaceen S. 55—58). 1892.

H. M. Quanjer, Die Nekrose des Phloëms der Kartoffelpflanze, die Ursache der Blattrollkrankheit. Wageningen 1913.

H. M. Quanjer, Nature, mode of dissemination and control of phloëm-necrosis (leaf-roll) and related diseases (S. 91—138). Wageningen 1916.

W. Rothert, Gewebe der Pflanzen. Handwörterbuch d. Naturwissenschaften IV, S. 1144 bis 1284. 1913.

H. Schacht, Bericht an das Kgl. Landes-Ökonomie-Kollegium über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten. 1854.

R. Schander und M. von Tiesenhausen, Kann man die Phloëmnekrose als Ursache oder Symptom der Blattrollkrankheit der Kartoffel ansehen? Mitt. des Kaiser Wilhelm-Instituts f. Landw. in Bromberg VI, S. 115—124. 1914.

R. Schander, Bericht der Abt. für Pflanzenkrankheiten des Kaiser Wilhelms-Instituts für Landwirtschaft in Bromberg über die Tätigkeit im Jahre 1914, S. 26—28.

v. Schlepegrell, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Tubifloren. Beih. z. Bot. Cbl. XIII, Bd. 50 (Solanaceen S. 4—7, 33—35). 1892.

E. W. Schmidt, Bau und Funktion der Siebröhre der Angiospermen. 1917.

F. Schwarz, Die Wurzelhaare der Pflanzen. Unters. a. d. Botanischen Institut zu Tübingen, Bd. I, S. 135—188. 1881.

H. Solereder, Über den systematischen Wert der Holzstruktur der Dikotyledonen (Solanaceen S. 192—194). 1885.

P. Sorauer, Beiträge zur Keimungsgeschichte der Kartoffelknolle. Ann. der Landw. XXVI, S. 156—181. 1868.

P. Sorauer, Kartoffeluntersuchungen. Neue landw. Zeitung XX, S. 510—527. 1871.

A. Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomie, Bd. I. 1889.

M. von Tiesenhausen, s. u. Schander.

J. Vesque, Anatomie comparée de l' écorce. Ann. des sciences naturelles, série VI, tome II, S. 82—198. 1875.

J. Vesque, Caractères des principales familles gamopétales tirés de l' anatomie de la feuille. Ebenda, série VII, tome I (Solanacées S. 298—303). 1885.

H. de Vries, Keimungsgeschichte der Kartoffelsamen. Landw. Jahrb. VII, S. 19—39. 1878.

Derselbe, Keimungsgeschichte der Kartoffelknollen. Ebenda, S. 217—249.

Derselbe, Wachstumsgeschichte der Kartoffelpflanze. Ebenda, S. 519—682.

A. Weiss, Untersuchungen über die Grössen- und Zahlenverhältnisse der Spaltöffnungen. Jahrb. f. wiss. Bot. IV, S. 125—196. 1864.

Anhang.

Zur Anatomie des Kartoffelschorfes[1].

Von

Dr. Killian.

(Mit 12 Textabbildungen.)

Der Schorf der Kartoffeln äussert sich bekanntlich in mannigfachen Bildungen. Es zeigt sich, dass die übliche Einteilung in Flachschorf, Tiefschorf, Buckel- und Buckeltiefschorf keineswegs den Erscheinungen gerecht wird. Der Flachschorf z. B. lässt sich in mehrere Typen zerlegen, je nachdem die Flecken einzeln bleiben oder zusammenfliessen. Ebenso lässt sich der Tiefschorf in zwei deutlich verschiedene Typen trennen, je nachdem nur vereinzelte Risse die Schale durchfurchen oder die ganze Oberfläche von einem rissigen Netz überzogen ist. Der Buckelschorf schliesslich zeigt bei der einen Erscheinungsform eckige, bei der anderen runde Schalenrisse. Es ist nun zu entscheiden, ob diese morphologischen Unterschiede sich auch anatomisch charakterisieren lassen.

Über die Anatomie des Schorfes ist bereits von verschiedenen Verfassern gearbeitet worden. Die meisten nehmen an, dass er von den Lentizellen ausgeht. Allerdings steht der Beweis für diese Behauptung meistens aus, da an den älteren Schorfstellen, welche den Untersuchern in der Regel vorlagen, die Lentizellen nicht mehr wiederzuerkennen sind. Meistens sind es nur Wahrscheinlichkeitsgründe, welche zugunsten dieser Auffassung sprechen. Einmal, dass die Schorfstellen in ganz den gleichen Abständen, wie die Lentizellen, über die Kartoffeln verteilt sind. Dann wird angeführt, dass bei manchen Schorfsorten, wie z. B. beim Flachschorf, noch die charakteristische Struktur der Lentizellen erhalten sein soll. An Stelle der Korkhaut finden wir lockeres, rundzelliges Korkgewebe, unter dem die stärkefreie Regenerationsschicht liegt. Von den normalen Lentizellen soll sich aber dieses Gebilde lediglich durch seine vergrösserten Dimensionen

[1]) Neben Herrn Dr. Esmarch war Herr Dr. Killian an der Abteilung für Pflanzenkrankheiten mit dem Studium von Kartoffelkrankheiten beschäftigt. Als Aufgabe war ihm das Studium der Schorfkrankheiten übertragen worden. Unter anderen beschäftigte er sich mit der anatomischen Untersuchung der Schorfstellen. Ende November 1918 musste Dr. Killian seine Arbeiten unterbrechen, da er als Elsässer in seine Heimat zurückkehrte. Da z. Zt. keine Aussicht vorhanden ist, die Arbeiten fortzusetzen, bringen wir die bisherigen Ergebnisse im Anschluss an die Arbeit Dr. Esmarchs.

unterscheiden. Nun ist aber zu berücksichtigen, dass der Schorferreger durch die Lebenstätigkeit auf das Lentizellengewebe einwirkt und dieses zum Absterben bringt. Dadurch wird die Bildung von Wundkork veranlasst, womit der wichtigste Unterschied zu der, ohne Organismen vor sich gehenden Lentizellenentwicklung gegeben ist; denn die Korkschicht wird durch den Einfluss des Wundreizes stetig tiefer verlagert, wobei oft die Areale benachbarter Wucherungen ineinander übergreifen. Es ist einleuchtend, dass dadurch von dem ursprünglichen Zustande sehr abweichende Bildungen zustande kommen, die für das makroskopische Aussehen der einzelnen Schorfsorten bestimmend sind. Zu entscheiden ist hauptsächlich die Frage, ob die primäre Wundreaktion diese verschiedene Ausgestaltung verursacht oder ob die Erreger daran mitbeteiligt sind, oder ob lediglich sekundär eingedrungene Fäulnisbewohner an der Vergrösserung der Wundflächen arbeiten. Die anatomischen Unterschiede sind hauptsächlich quantitativer Natur. Beim Flachschorf pflanzt sich die Wundkorkschicht lediglich oberflächlich fort, wodurch der Schorf in der Höhe der Schale bleibt, während der Tiefschorf so rasch nach innen weitergeht, dass zur Bildung eines Wundkorkkambiums nicht Zeit ist. Es werden daher hier auch die unveränderten weiten Zellen des Kartoffelfleisches mit hineingezogen. Lediglich durch die Art der Reaktion auf die Verwundung unterscheidet sich von dem beschriebenen Tiefschorf der Buckelschorf. Es findet hier keine Zellteilung statt, die zur Bildung eines Korkkambiums führt, sondern lediglich eine Zellvergrösserung. Dadurch entsteht eine Gewebewucherung, die eben buckelförmig über die Oberfläche der Kartoffelschale hervorragt. Bei der nun einsetzenden Zellteilung werden nicht nur, wie beim Flachschorf, tangentiale, sondern auch radiale Wände angelegt. Durch diese Vergrösserung einerseits und die intensive Zellvermehrung andrerseits können da Wucherungen von ziemlich bedeutendem Umfange entstehen. Schliesslich mag erwähnt sein, dass der ganze tote Gewebekomplex abgestossen werden kann, so dass eine Heilung erzielt wird.

Eine Art Kombination von 2 Schorfsorten stellt der Buckeltiefschorf dar. Hier sehen wir dieselbe buckelförmige Erhöhung, aber auf derselben befinden sich die eigentlichen kranken Stellen, die dem gewöhnlichen Tiefschorf entsprechen. Dem Buckelschorf gegenüber ist hier die schorfige Fläche vergrössert, wodurch sich die Erkrankung über die ganze Schale verbreiten kann.

Diese Beschreibung, nach den Angaben von KRÜGER zusammengefasst, stellt unsere hauptsächlichsten Kenntnisse über die Histologie des Schorfes dar. Von späteren Arbeiten möchten wir nun die von LUTMANN hervorheben. Dieser Autor arbeitete mit feineren Methoden wie seine Vorgänger, indem er Mikrotomschnitte herstellte. Die KRÜGERschen Resultate erwiesen sich als zu schematisch. Einmal wird in Frage gestellt, dass der Schorf immer von Lentizellen ausgehen muss, da junge Schorfstellen auch ausserhalb derselben gebildet werden. Weiterhin sollen sich die einzelnen

Typen anatomisch nicht so glatt trennen lassen, wie KRÜGER es tat. Vor allem wird bestritten, dass der Buckeltiefschorf in einer Entstehungsweise so prinzipiell von den anderen Sorten verschieden ist; denn eine Zellvergrösserung konnte hier nicht beobachtet werden. Die wesentliche Übereinstimmung mit anderen Schorfsorten wird dadurch erwiesen, dass auch ganz grosse Schorfstellen durch eine einzige Phellogen-Regenerationsschicht abgeschlossen sein können.

An den LUTMANNschen Befunden vermisst man eine genauere entwicklungsgeschichtliche Durcharbeitung der Schorfanatomie. Gerade wo junge Stadien untersucht wurden, erwartet man auch Angaben über die Erreger. Diese sind aber sehr unbestimmt gehalten. Es wird nur angegeben, dass in der Aufsicht zahlreiche dünne Fäden gefunden werden, welche die Wände kreuzen, doch wird angenommen, dass sie saprophytischer Natur sind.

Es ergibt sich somit, dass noch an manchen Punkten Unklarheiten bestehen, die eine erneute Untersuchung rechtfertigen.

Zur Untersuchung der *Anatomie des Schorfes* ist es zunächst unbedingt erforderlich, von den jüngsten Stadien auszugehen; denn diese zeigen die Verhältnisse noch relativ einfach; nur da ist der primäre Einfluss des Erregers auf die Gewebe der Kartoffelknolle zu erkennen. Hat aber einmal ein Absterben von Zellen stattgefunden, so wird die Schorfstelle zum Nährboden für die verschiedensten saprophytischen Organismen, die ihrerseits eine weitere Schädigung der Gewebe veranlassen. Diese greift dann immer weiter nach dem Inneren um sich, und es wechseln im bunten Durcheinander tote Schichten ab mit solchen, die sich gegen den Erreger durch Teilung abzuschliessen suchen. Sind wir aber über diese Dinge unterrichtet, so ist es unsere Aufgabe, zu entscheiden. ob wir uns den Einfluss des Parasiten als einmaligen Reiz vorzustellen haben, oder ob wir es mit einer periodisch verlaufenden Wucherung etwa nach Art des Obstbaumkrebses zu tun haben. Um diese Frage zu entscheiden, ist es am zweckmässigsten, wenn wir diese durch Organismen verursachte Bildung mit solchen vergleichen, die rein physikalischen oder chemischen Ursachen ihre Entstehung verdanken. Solche begegnen uns nicht selten an der Schale der Kartoffel. Sie stehen stets in Verbindung mit den normalen, als Lentizellen bezeichneten Atmungsorganen der Knolle. Äusserlich sind diese Gebilde leicht zu erkennen als regelmässig kreisförmige braune Flecke, die nach dem Rande zu allmählich sich aufhellen. Was ihre Entstehung betrifft, so treten sie stets dann auf, wenn die Kartoffelknolle in feuchter Umgebung unter mangelndem Luftzutritt leidet. Man kann sie jederzeit dadurch erzeugen, dass man jene in einen Topf mit feuchtem Sand vergräbt. In feuchter humoser Gartenerde entstehen sie weniger leicht. Dass es nicht der Luftabschluss und der Sauerstoffmangel allein ist, der ihre Bildung veranlasst, wurde durch folgenden Versuch erwiesen: Junge Kartoffelknollen wurden mit einer Schicht von Paraffin umgeben und in ein feucht gehaltenes Glas gebracht. Es entstanden unter diesen Bedingungen

keinerlei Wucherungen; ebensowenig dann, wenn sie unter völligem Sauerstoffmangel gehalten wurden. Zu diesem Zweck wurden sie in einen Exsikkator gebracht, der mit einer zur Absorption des Sauerstoffs genügenden Menge Pyrogallol beschickt worden war. Der Deckel wurde gut abgedichtet, so dass auch für hinreichende Feuchtigkeit in dem Gefässe gesorgt war. Dass tatsächlich eine Absorption des Luftsauerstoffs stattgefunden hatte, konnte nach Wochen noch dadurch erwiesen werden, dass ein glimmender Spahn, in das Gefäss gebracht, erlosch. Es trat unter diesen Bedingungen Fäulnis der Knollen ein, ohne dass sich vorher eine Lentizellenwucherung bemerkbar gemacht hätte.

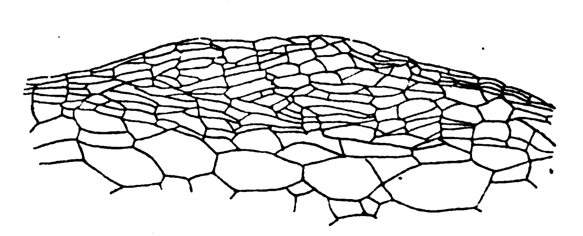


Abb. 58. Anlage einer Lentizellenwucherung.

Untersuchen wir nun zunächst einen derartigen braunen Fleck im Querschnitt, so präsentiert er sich als linsenförmig in die Schale eingesenktes Gebilde, das

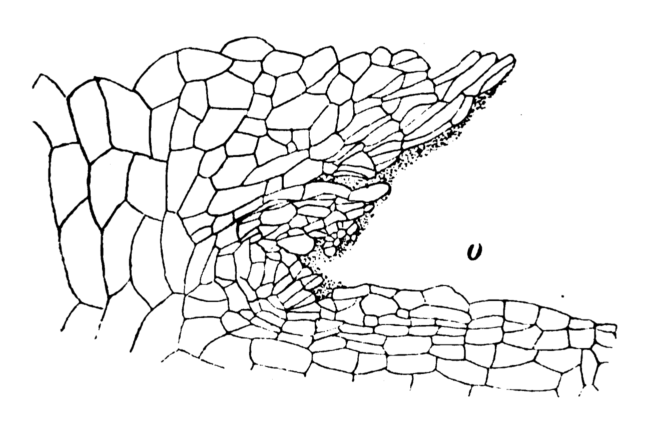


Abb. 59. Alte Lentizellenwucherung. O = Schalenoberfläche.

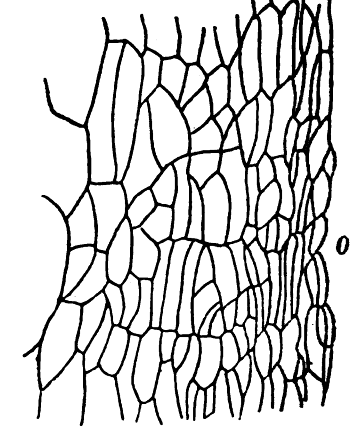


Abb. 60. Junges Stadium von Flachschorf.

sich durch zahlreiche tangentiale Teilungswände auszeichnet (Abb. 58). Man erkennt deutlich an der zunehmenden Intensität der Teilungen nach innen das Bildungsgewebe. Auch die übrigen Zellen zeichnen sich durch regelmässige, der Oberfläche parallel geordnete Wände aus. Im Grunde ist es lediglich eine Hypertrophie des Rindengewebes. Untersuchen wir dagegen ein älteres Stadium einer solchen Wucherung, die als weisser, unregelmässiger Höcker über die Rinde hervorquillt, so ist das Bild durchaus verändert. Wie die Abbildung 59 zeigt, ist von einer Rindenwucherung nichts mehr zu sehen. Die Rinde ist geborsten, und zwar durch den Druck des mächtig entwickelten Parenchyms, das aus dem Innern hervorquillt. Anders hingegen sieht ein Querschnitt durch eine jugendliche Schorfstelle von ungefähr dem gleichen Alter aus. Das mag die Abb. 60

erläutern. Übereinstimmend mit dem Lentizellenbild haben wir es auch hier mit einem Gewebekörper zu tun, der sich nach innen durch zunehmende tangentiale Teilungswände von dem regelmässigen polygonalen Zellnetz des Parenchymfleisches abhebt. Aber im Gegensatz zum Lentizellengewebe ist dieses weit unregelmässiger aufgebaut. Während jenes charakterisiert ist durch das Überwiegen in tangentialer Richtung orientierter Wände, haben wir es hier lediglich mit vergrösserten polygonalen Zellen zu tun, deren Wände ohne erkennbare Gesetzmässigkeit angelegt werden. Untersuchen wir nun solche jungen Schorfstellen nach weiteren Verschiedenheiten. Zu diesem Zweck ist es notwendig, das Material nach den cytologischen Methoden zu fixieren, einzubetten und mit dem Mikrotom zu schneiden. Als Fixierungsmittel diente das JUELsche, von dem aus die Schorfstückchen über die steigende Alkoholreihe in Cedernholzöl und von da in Paraffin übergeführt wurden. Es ergab sich nun, dass derartig junge Schorfstellen zur Bearbeitung mit dem Mikrotom durchaus geeignet sind, während im späteren Alter die Härteunterschiede zwischen den einzelnen Zellen zu gross wurden und dadurch das Material zur Bearbeitung unbrauchbar wurde. Die Mikrotomschnitte wurden nun mit HEIDENHAINS Eisen-Hämatoxylin gefärbt und gelangten so zur Untersuchung mit starker Vergrösserung (1000 fach). Es zeigte sich nun, dass man in den vergrösserten Zellen ausserhalb des Phellogens stets Mikroorganismen findet. Wie die Abb. 61 zeigt, sind einzelne Zellen direkt von einem Netzwerk feinster Fäden durchzogen. Diese letzten sind so dünn, dass cytologische Einzelheiten, Kern und Plasma, nicht mehr festgestellt werden können. Nur heben sich deutlich dunklere Partieen von den übrigen heller gefärbten Teilen ab. Für Pilzfäden sind diese Gebilde zu zart, weshalb die Ansicht, es handele sich um Aktinomyceten, sehr an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Fernerhin spricht dafür die eigenartige Verzweigungsart, die häufige Gabelung.

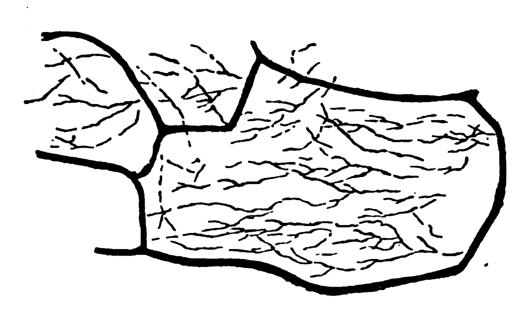


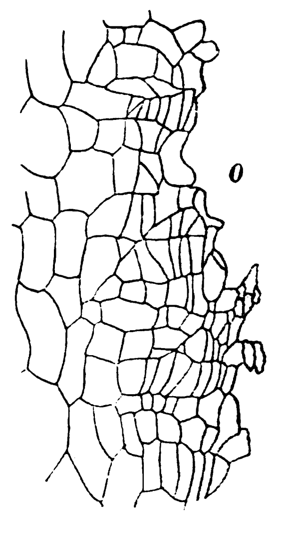
Abb. 61. Schorfzelle mit Actinomyceten.

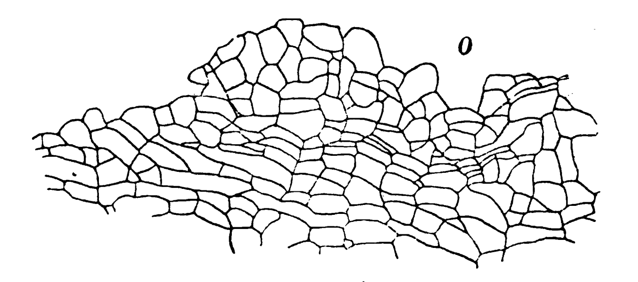
Steht somit die Tatsache fest, dass in jüngeren Schorfstadien Organismen gefunden werden, die als deren Erreger in Frage kommen, so ist weiterhin zu entscheiden, ob diese nun auch für die Vergrösserung der Schorfstellen verantwortlich zu machen sind und wieweit sich ihre Tätigkeit auch an älteren Stellen nachweisen lässt.

Ihre Zahl nimmt nach dem Phellogen zu zwar ab, aber sie lassen sich auch da immer noch finden. Anders ist es, wenn wir ältere Schorfstellen untersuchen. Von fädigen, die Zelle durchsetzenden Gebilden kann hier nicht die Rede sein; dafür finden wir hier in den innerhalb und ausserhalb des Phellogens liegenden Zellen nur noch bakterienartige An-

häufungen. Zu denselben Resultaten kommt man auch bei der Untersuchung solcher Schorfstellen in lebendem Zustande. Wir sehen sie da mit zahllosen Bakterien durchsetzt.

Es fragt sich nun weiterhin, ob die primären Erreger für das morphologisch verschiedenartige Aussehen der einzelnen Schorfsorten in Frage kommen, oder ob wir dieses lediglich auf das nachträgliche Eindringen der Bakterien zurückführen müssen. Zu diesem Zwecke wurden die mannigfaltigsten Schorfbildungen mikroskopisch untersucht und zunächst einmal festzustellen versucht, ob sie anatomisch scharf ausgesprochene Unterschiede voneinander aufweisen. Es zeigte sich nun überall eine weit grössere Einförmigkeit im mikroskopischen Bilde, als das äussere verschiedenartige Aussehen vermuten liess. Gemeinsam ist all den Schorfbildungen die Wundreaktion; überall sehen wir zu äusserst ein degeneriertes Gewebe, das nach innen durch zahlreiche tangentiale Wände abgegrenzt erscheint. Verschieden ist aber einmal die Lage und die quantitative Ausbildung dieser tangentialen Teilungs-





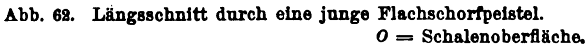


Abb. 62. Längsschnitt durch eine junge Flachschorfpustel. O = Schalenoberfläche.

Abb. 63. Älteres Stadium von Flachpustelschorf.

schicht. Darin unterscheiden sich die verschiedenen Schorfsorten deutlich voneinander. Beim Flachschorf, der sich unmittelbar an die Wucherungen der Korkschicht anschliesst, ist es lediglich die Rindenschicht, welche durch den Schorfbefall in Mitleidenschaft gezogen ist.

In jungen Stadien, wie sie Abb. 62 darstellt, sehen wir lediglich eine starke Vermehrung der tangentialen Teilungswände. Verglichen mit den Bildern, wie sie eine junge entsprechende Lentizellenbildung bieten, fällt die Orientierung der Wände hier etwas unregelmässiger aus. Auch zieht sich hier die Teilungsschicht der Oberfläche der Rinde parallel, während wir es dort mehr mit einem linsenförmigen Gewebekörper zu tun hatten. Untersuchen wir nun eine ältere Flachschorfstelle (Abb. 63), so sind da prinzipielle Verschiedenheiten nicht zu beobachten. Wiederum haben wir es mit einem der Oberfläche der Schale parallel ziehenden Schwarm tangentialer Zellwände zu tun. Nur ist die Bildung etwas tiefer in das Kartoffelparenchym hinein verlegt. Die oberflächliche Rindenschicht ist bereits vollständig verschwunden und einige wenige Fetzen deuten auf ihre ursprüngliche Gegenwart.

Nur der Quantität nach verschieden sind diejenigen Bildungen, die wir als Tiefschorf bezeichnen. Untersuchen wir möglichst junge Entwicklungsstadien, so unterscheiden sich diese dadurch, dass die tangentiale Teilungsschicht nicht der Oberfläche parallel verläuft, sondern konkav in das Parenchym eingewölbt ist (Abb. 64). Die Teilung verläuft hier nicht im Rindengewebe, sondern greift gleich auf das Parenchym über. Alle darüber liegenden Zellschichten sind abgestorben und bereits verschwunden. Noch wesentlich tiefer liegt die Teilungsschicht bei den älteren Stadien des Tiefschorfs, die äusserlich als breite Risse in der Schale sich bemerkbar machen. Das stellt die Abb. 65 dar. Wir sehen, dass sich eine breite Lücke im Gewebe gebildet hat, in der der ganze degenerierte Zellkomplex abgestossen worden ist. Es frisst die Erkrankung allem Anschein nach rasch tiefer, ohne dass das Parenchym derselben ein wesentliches Hemmnis entgegenzusetzen vermöchte. Die ganze Wundkorkschicht beschränkt sich auf 3 parallel hintereinander gelagerte tangentiale Zellwände.

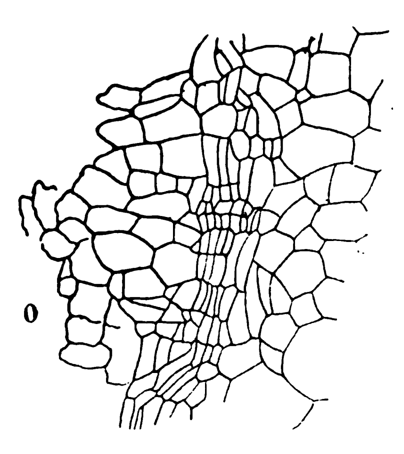


Abb. 64. Junges Stadium von Tiefschorf.
O = Schalenoberfläche.

Am nächsten schliesst sich an den Tiefschorf anatomisch der Buckel-

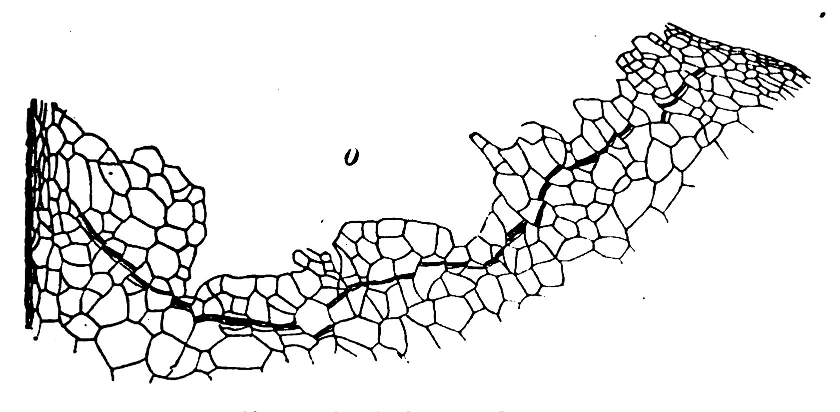


Abb. 65. Altes Stadium von Tiefschorf.
O = Schalenoberfläche.

tiefschorf an. Auch hier greift die Regeneration bereits in jungen Stadien (Fig. 66) ins Innere des Kartoffelparenchyms ein. Während aber beim Tiefschorf das degenerierte Gewebe lediglich in Form einiger abgestorbener Zellen auftrat, sehen wir hier den absterbenden Elementen eine Lage eines bereits früher zugrunde gegangenen Gewebekomplexes aufgelagert, die sich makroskopisch als dicke Kruste darstellt. Diese finden wir wieder bei älteren Stadien, wo der Schorf sich tiefer in das Gewebe hineingefressen

hat. In der Abb. 67, die ein solches darstellt, erkennen wir diese zu äusserst links wieder. Darunter folgt eine Schicht abgestorbener Zellen, dann wieder eine solche kollabierten Gewebes und dann erst die eigentliche tangentiale Teilungsschicht.

An diesen Zustand nun schliesst sich eng diejenige Schorfsorte an, die ich als Pockennarbenschorf bezeichnen möchte; dieser wölbt sich eben-

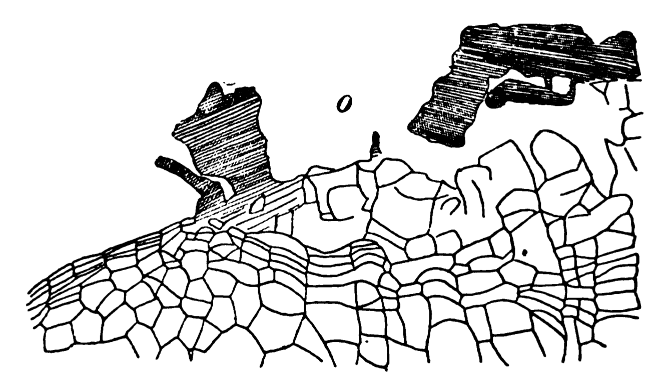


Abb. 66. Buckeltiefschorf. *O* = Schalenoberfläche.

falls von vornherein in das Innere der Kartoffel hinein und ist so in Form von Pockennarben ausgebildet; von Tiefschorf unterscheidet er sich aber dadurch, dass die Schorfstellen nicht furchenartig in das Kartoffelfleisch einfressen, sondern in Form flacher Gruben. Untersuchen wir nun junge

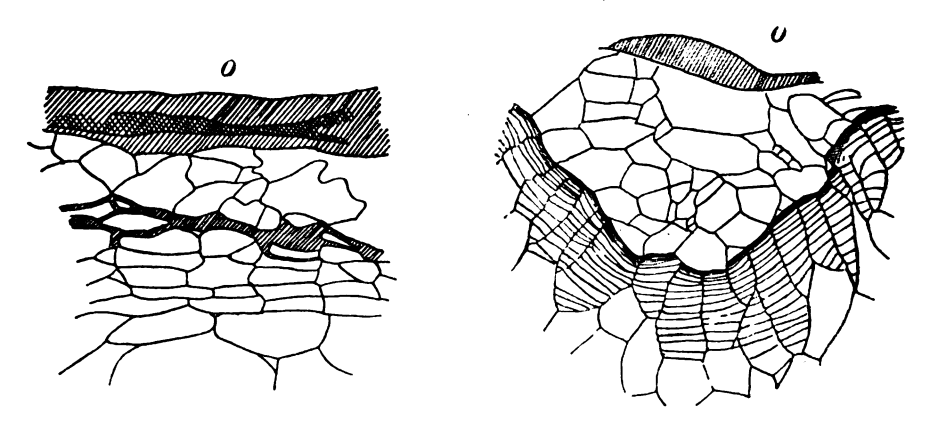


Abb. 67. Älteres Stadium von Buckeltiefschorf. Abb. 68. Junges Stadium von Pockennarbenschorf. *O* = Schalenoberfläche.

Stadien, so erscheint der Schorfkomplex übereinstimmend mit dem Buckeltiefschorf linsenförmig in das Parenchym eingewölbt. Fernerhin sehen wir den abgestorbenen Zellen eine dunkle Kruste von kollabiertem Gewebe aufgelagert. Der hauptsächlichste Unterschied von Buckeltiefschorf besteht aber in der Mächtigkeit der tangentialen Wundschicht. Es hat sich unter den toten Zellen im Parenchymgewebe eine echte Korkschicht regeneriert, die nach oben durch eine Art dunkel gefärbter Epidermisschicht abschliesst (Abb. 68). Hat sich nun die Schorfpustel verbreitet, so breitet sich die

Regenerationsschicht natürlich in die Tiefe aus. Das zeigt die nächstfolgende Abbildung (69), an der wir die neugebildete regelmässige Korkschicht wieder finden mit ihrer glatt schliessenden Epidermis. Darüber folgt dann eine Lage absterbender Parenchymzellen, dann wieder kollabiertes Gewebe, dann nochmals Andeutung von Parenchymzellen und eine zweite, aus kollabierten Zellen bestehende Kruste. Noch ältere Stadien des Pocken-Tiefschorfs lassen nun erkennen, dass der ganze, oberhalb der Regenerationsschicht liegende Gewebekomplex abgestossen wird. Jene aber kann bei ihrer vollkommenen Ausbildung unmittelbar wieder als Phellogen dienen. Seinen äusserlich erkennbaren Ausdruck findet dieses dadurch, dass die Kartoffelschale sich unter den ursprünglichen Schorfstellen wieder glättet, die dann ausheilen und in Form von flachen Mulden erscheinen — daher die Bezeichnung Pockennarbenschorf.

Es fragt sich nun, welche allgemeinen Schlüsse sich aus diesen anatomischen Tatsachen ziehen lassen. Wir sahen, dass es bei den verschiedenen Ausbildungsformen des Schorfes lediglich darauf ankommt, ob die Regenerationsschicht flach, der Oberfläche parallel, oder muldenartig in das Parenchym eingebeult verläuft. Dadurch unterscheidet sich der Flach- von den Tiefschorfen. Dann kommt es auch sehr auf den Charakter dieser Regenerationsschicht an. Ist sie schwach entwickelt, so hat der Schorferreger Gelegenheit, sich immer tiefer in das Gewebe einzufressen; so beim Tiefschorf. Ist sie kräftiger ausgebildet, so stösst er auf grösseren Widerstand, schliesslieh aber gelingt es ihm, denselben zu brechen und, es stirbt ein grösserer Gewebekomplex ab. Inzwischen hat aber die Kartoffelknolle dem Eindringling neue Schutzwälle in Form der tangentialen Regenerationsschicht entgegengeworfen, an denen sich der Angriff staut. Es ergeben sich daraus rhytmische Perioden in der Angriffstätigkeit des Pilzes, die sich durch den Wechsel von Gewebekrusten und von solchen Komplexen darstellen, deren Zellform noch erhalten geblieben ist. Das ist der Fall beim Buckeltief- und beim Pockennarbenschorf. Letzterer charakterisiert sich weiterhin dadurch, dass hier das Regenerationsvermögen der Parenchymschicht besonders hoch entwickelt ist. Durch Bildung einer neuen Oberhaut kann dem Angriff des Erregers definitiv Einhalt geboten werden. Mit anderen Worten: Der Schorf wird ausheilen.

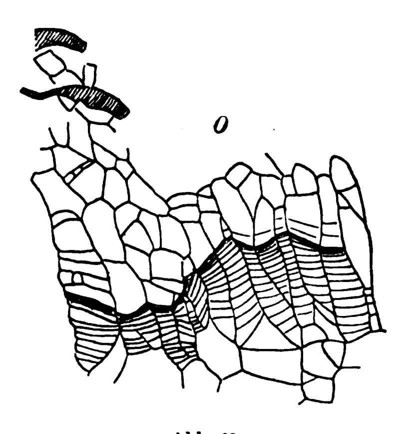


Abb. 69.
Älteres Stadium von Pockennarbenschorf.
O = Schalenoberfläche.

Suchen wir nun nach den näheren Ursachen dieser Verschiedenheiten, so werden wir kaum fehl gehen, wenn wir sie in der Lebenstätigkeit der

Erreger suchen. Wir sehen, dass die verschiedenen Aktinomyzeten sich typisch in ihrer Empfindlichkeit gegen die chemische Reaktion der Kulturflüssigkeit unterscheiden. Nun verändert sich auch die Gewebereaktion einmal durch die sezernierende Tätigkeit der Mikroorganismen, dann auch durch die krankhafte Reaktion, die darauf erfolgt. Dadurch erwachsen aber dem Parasiten bessere oder schlechtere Bedingungen; gleichzeitig vermehrt oder vermindert sich seine Angriffskraft, was wiederum im Reaktionsvermögen der lebenden Kartoffelzelle seinen greifbaren Ausdruck findet.

Heuanalysen von der Halbinsel Kola.

Von

C. von Regel in Dorpat.

Vor einigen Jahren erhielt ich vom Förster des Forstbezirkes Petschenga auf der Halbinsel Kola, Herrn Reutow, 8 Heuproben von Wiesen aus der Umgegend von Petschenga und Oserko. Ursprünglich hatte ich die Absicht gehabt, die Analyse dieser Heuproben zusammen mit meinen eigenen umfangreichen Sammlungen von Kola, Nowaja Semlja und Nordrussland zu veröffentlichen. Infolge des Ausbruches des Weltkrieges bin ich leider daran verhindert worden und muss daher mein Vorhaben auf unbestimmte Zeiten aufschieben. Nichtsdestoweniger glaube ich aber, dass die Analyse der obenerwähnten 8 Heuproben nicht ohne Interesse ist, zumal da diese natürlichen und künstlichen Wiesen der subarktischen Zone entstammen.

Von den 8 Heuproben sind 4, nämlich Nr. 1—4 inkl. in der Umgegend von Petschenga gesammelt worden, welches unter dem 69. Breitengrade am gleichnamigen Fiorde sich befindet. Hier geht die polare Waldgrenze durch. Die anderen 4 Proben (Nr. 5—8) entstammen der Kolonie Oserko, am gleichnamigen Meerbusen auf der Fischerhalbinsel gelegen. Die flachen breiten Meeresterrassen sind mit üppigen Wiesen, Heideformationen und Mooren bedeckt. Hier und da, an geschützten Stellen, wachsen gruppenweise verkrüppelte Birken, während ringsherum auf der Hochebene die Tundra sich ausbreitet.

Das Gewicht jeder analysierten Heuprobe beträgt 100 *g*; die Prozente bezeichnen Gewichtsprozente; allerdings müsste man bei einigen Pflanzen, wie z. B. Vaccinium Myrtillus, eine Korrektur auf das spezifische Gewicht hin, hinzufügen. Unter „Rest" sind nicht analysierbare Rückstände, wie z. B. Strohhalme, Blattstücke usw., bezeichnet worden. Die genaueren Angaben der Fundorte sind von mir dem Briefe des Herrn Reutow entnommen und ins Deutsche übersetzt worden.

Nr. 1.

Kolonie Barkino. Heuschlag bei dem Hofe des Kolonisten N. Jeremejew, am Ufer der Petschenga-Bucht. Wird jährlich gedüngt.

Poa pratensis	79,47 %	Übertrag:	97,57 %
Stellaria media	10,06 „	Equisetum boreale	0,26 „
Matricaria ambigua	2,76 „	Polygonum aviculare	0,21 „
Calamagrostis spec.	2,63 „	Geranium silvaticum	0,19 „
Deschampsia caespitosa	1,56 „	Ranunculus borealis	0,18 „
Polygonum viviparum	0,66 „	Festuca rubra barbata	0,09 „
Eriophorum angustifolium	0,43 „	Rest	1,50 „
Zu übertragen:	97,57 %	Sa.:	100,00

Nr. 2.

Kolonie Gagarka. Heuschlag auf Waldrodung, dem Kolonisten M. Dianow gehörend. 4 Werst[1]) von der Mündung des Flusses Gagarka entfernt. Wird nicht gedüngt. Nach endgültig erfolgter Rodung wird eine jährliche Verminderung der Erträge beobachtet. Der Heuschlag wird seit gegen 30 Jahren gemäht.

Poa pratensis	41,40 %
Ranunculus borealis	9,61 „
Alchemilla acutidens	9,49 „
Trollius europaeus	7,58 „
Deschampsia caespitosa	6,52 „
Festuca rubra (ad barbatam)	6,42 „
Equisetum boreale	5,73 „
Polygonum viviparum	4,29 „
Calamagrostis spec. [2])	1,63 „
Anthriscus silvestris	1,50 „
Rumex arifolius	1,10 „
Filipendula Ulmaria	0,69 „
Cirsium heterophyllum	0,54 „
Solidago virgaurea lapponica	0,20 „
Cornus suecica	0,20 „
Carex brunnescens	0,15 „
Zu übertragen:	97,05 %

Übertrag:	97,05 %
Saussurea alpina	0,08 „
Epilobium angustifolium (Blätter)	0,07 „
Trientalis europaea	0,05 „
Anthoxanthum odoratum	0,04 „
Vaccinium Myrtillus	0,04 „
Luzula pilosa	0,03 „
Cerastium vulgatum alpestre	0,03 „
Deschampsia flexuosa montana	0,02 „
Viola biflora	0,01 „
Agrostis borealis	0,01 „
Ignotum	0,01 „
Rest	2,56 „
Sa.:	100,00 %

Nr. 3.

Auf sumpfigem Gelände in der Nähe eines Baches. Naturwiese am Ufer des Flusses Gagarka, 2 Werst oberhalb dessen Mündung. Keine Düngung. Der Heuschlag gehört dem Kolonisten Dim. Rusmin.

Aspidium spinulosum	12,78 %
Deschampsia flexuosa montana	12,32 „
Calamagrostis spec. [2])	11,41 „
Geranium silvaticum	8,57 „
Ranunculus borealis	7,97 „
Cornus suecica	7,74 „
Cirsium heterophyllum	7,15 „
Trollius europaeus	7,04 „
Vaccinium Myrtillus	6,37 „
Solidago virgaurea lapponica	5,70 „
Equisetum silvaticum	3,34 „
Carex brunnescens	1,76 „
Luzula pilosa	0,78 „
Epilobium angustifolium	0,58 „
Zu übertragen:	93,51 %

Übertrag:	93,51 %
Gnaphalium norvegicum	0,50 „
Polygonum viviparum	0,58 „
Dryopteris Linnaeana	0,48 „
Alchemilla acutidens	0,38 „
Phleum alpinum	0,35 „
Trientalis europaea	0,23 „
Myosotis silvatica	0,23 „
Saussurea alpina	0 17 „
Ignotum	0,16 „
Rumex arifolius	0,11 „
Melampyrium pratense	0,11 „
Mulgedium alpinum	0,11 „
Polytrichum spec.	0,07 „
Rest	3,01 „
Sa.:	100,00 %

[1]) ca. 3,5 *km*.

[2]) Wahrscheinlich C. phragmitoides.

Nr. 4.

Waldrodung auf trockenem Boden. Ohne Düngung. Heuschlag 5 Werst von der Kolonie Gagarka entfernt, dem Kolonisten U. DIANOW gehörend.

Vicia Cracca	17,92 %
Geranium silvaticum	11,54 „
Trollius europaeus	9,82 „
Epilobium angustifolium	8,72 „
Calamagrostis spec.[1]	7,21 „
Cirsium heterophyllum	7,13 „
Solidago virgaurea lapponica	4,78 „
Equisetum silvaticum	4,43 „
Vaccinium Myrtillus	2,94 „
Aspidium Thelypteris	2,92 „
Cornus suecica	2,61 „
Anthoxanthum odoratum	2,40 „
Equisetum boreale	2,17 „
Ranunculus borealis	2,15 „
Luzula pilosa	1,48 „
Zu übertragen:	88,22 %
Übertrag:	88,22 %
Deschampsia flexuosa montana	1,11 „
Alchemilla acutidens	0,90 „
Ranunculus repens	0,75 „
Poa pratensis	0,52 „
Gnaphalium norvegicum	0,42 „
Carex brunnescens	0,38 „
Agrostis borealis	0,33 „
Polygonum viviparum	0,28 „
Viola biflora	0,13 „
Eriophorum Scheuchzeri[2]	0,11 „
Dryopteris Linnaeana	0,09 „
Trientalis europaea	0,09 „
Rest	6,67 „
Sa.:	100,00 %

Nr. 5.

Kolonie Oserko. Gerodeter Moorboden (Trockenlegung vermittels Kanäle). Torfboden. Keine Düngung.

Carex rostrata	48,68 %
Carex rariflora	30,22 „
Carex rotundata	9,10 „
Moose	3,14 „
Eriophorum angustifolium	1,88 „
Carex lasiocarpa	1,35 „
Poa pratensis	0,81 „
Carex brunnescens	0,71 „
Menyanthes trifoliata	0,08 „
Zu übertragen:	95,97 %
Übertrag:	95,97 %
Deschampsia caespitosa	0,05 „
Ranunculus borealis	0,05 „
Festuca rubra	0,02 „
Geranium silvaticum[3]	0,02 „
Achillea Millefolium	0,02 „
Polygonum viviparum	0,02 „
Rest	3,85 „
Sa.:	100,00 %

Nr. 6.

Kolonie Oserko. Beim Hofe des Kolonisten THOMAS MOILANEN. Wird gedüngt.

Poa pratensis	45,34 %
Achillea Millefolium	11,36 „
Festuca ovina	7,89 „
Alchemilla acutidens	4,93 „
Zu übertragen:	69,52 %
Übertrag:	69,52 %
Trollius europaeus	4,79 „
Veronica longifolia[4]	4,32 „
Vicia Cracca	3,69 „
Zu übertragen:	82,32 %

[1] Wahrscheinlich C. phragmitoides.
[2] Nur Blätter.
[3] Ein Blatt.
[4] Nur Blätter.

Übertrag:	82,32 %
Filipendula Ulmaria	3,61 „
Polygonum viviparum	2,67 „
Ranunculus borealis	2,12 „
Rumex arifolius	1,36 „
Saussurea alpina	0,90 „
Cenolophium Fischeri?	0,76 „
Draba incana	0,26 „
Equisetum boreale	0,20 „
Carex Goodenoughii	0,17 „
Zu übertragen:	94,37 %
Übertrag:	94,37 %
Poa arctica	0,13 „
Poa alpina	0,07 „
Solidago virgaurea lapponica[1])	0,06 „
Cerastium?	0,05 „
Viola biflora[1])	0,02 „
Deschampsia flexuosa montana	0,02 „
Rest	5,28 „
Sa.:	100,00 %

Nr. 7.

Kolonie Oserko. Beim Hofe des Kolonisten Leshew. Gedüngt wird mit Seehundfleisch und anderen Abfällen vom Seehundfang.

Poa pratensis	41,61 %
Deschampsia caespitosa	31,44 „
„ flexuosa montana	8,23 „
Festuca rubra	2,45 „
Rumex haplorrhizus	2,38 „
Phleum alpinum	1,95 „
Alopecurus pratensis	1,88 „
Rumex acetosa	1,65 „
Ranunculus repens	1,25 „
Rubus chamaemorus	0,81 „
Zu übertragen:	93,65 %
Übertrag:	93,65 %
Calamagrostis spec.	0,45 „
Equisetum boreale	0,31 „
Eriophorum Scheuchzeri	0,29 „
Carex brunnescens	0,28 „
Stellaria media	0,25 „
Rumex acetosella	0,17 „
Luzula multiflora	0,08 „
Poa alpina	0,08 „
Trientalis europaea	0,02 „
Rest	4,42 „
Sa.:	100,00 %

Nr. 8.

Kolonie Oserko, am Bache Rikku-Chamin, Naturwiese, 5 Werst von der Kolonie entfernt. Keine Düngung. Der Heuschlag wird im Frühling vom Flusswasser überschwemmt.

Deschampsia caespitosa	47,24 %
Carex aequatilis	40,53 „
Calamagrostis spec.	2,50 „
Ranunculus repens	1,45 „
Filipendula Ulmaria	0,52 „
Anthoxanthum odoratum	0,48 „
Comarum palustre	0,48 „
Equisetum boreale	0,43 „
Alchemilla glomerulans	0,44 „
Carex juncella	0,33 „
Polygonum viviparum	0,31 „
Cirsium heterophyllum	0,25 „
Zu übertragen:	94,96 %
Übertrag:	94,96 %
Cerastium vulgatum alpestre	0,18 „
Viola biflora	0,15 „
Phleum alpinum	0,11 „
Carex brunnescens	0,07 „
Poa pratensis	0,05 „
Trientalis europaea	0,05 „
Rubus arcticus	0,03 „
Rumex arifolius	0,03 „
Rest	4,37 „
Sa.:	100,00 %

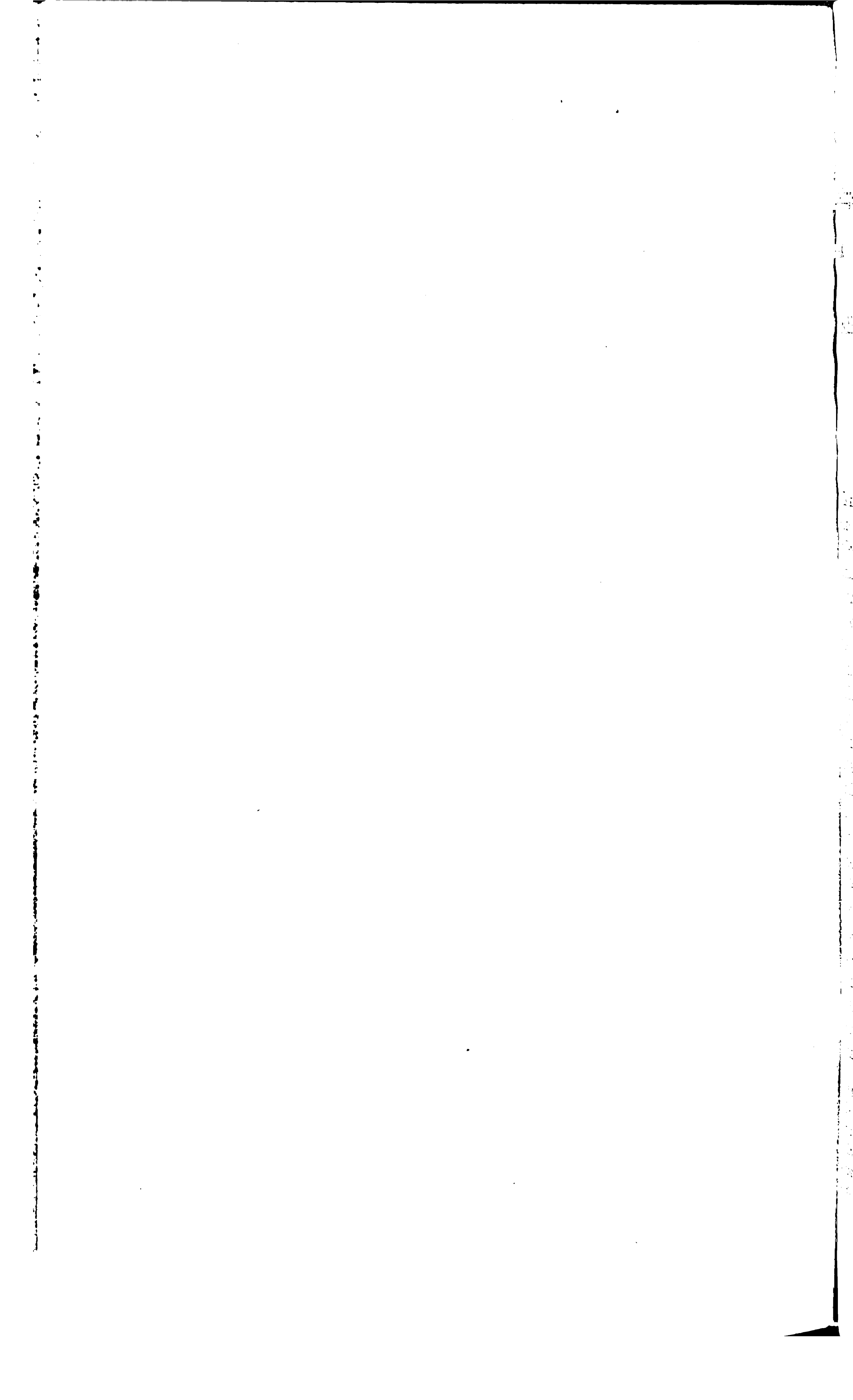
[1]) Nur Blätter.

Es ist leider nicht möglich, auf Grund der Analyse von nur 8 Heuproben irgend welche sichere Schlussfolgerungen zu ziehen. Trotzdem aber muss es auffallen, dass sogar in der subarktischen Zone auf stark gedüngten Wiesen (Nr. 1, 6, 7) Gräser, wie z. B. Poa pratensis, Deschampsia caespitosa, vorherrschen, welche auch in südlicheren Gegenden an ähnlichen Orten vorkommen, während die arktisch-alpinen Florenelemente stark zurücktreten. Dasselbe ist übrigens auch an anderen Orten, wie z. B. in Sibirien von MIDDENDORFF, beobachtet worden.

Recht interessant ist ferner das Vorkommen von Rubus Chamaemorus in Nr. 7. Diese Heuprobe entstammt trockenem Torfboden mit Moor- und Heidevegetation (besonders Rubus Chamaemorus und Empetrum nigrum); die Gräser schiessen üppig empor, wo der Dünger liegt, während dazwischen die alte Vegetation erhalten bleibt.

Dorpat (Livland), Dezember 1918.

Konstantin Regel.



Mitteilungen des Instituts für Pflanzenproduktionslehre der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin.
1919. Nr. 2.

Vorschläge zur Vereinfachung der technischen Durchführung von Feldversuchen.

Von

R. Leidner.

Es kann mit ziemlicher Bestimmtheit angenommen werden, dass die im Gange befindliche Bewegung, zwecks Umgestaltung der landwirtschaftlichen Versuchsmethodik in eine den Zeitbedürfnissen entsprechende Form, zur Aufnahme des Prinzips der kleineren Parzellen dafür aber zahlreicheren Kontrollparzellen führen wird, denn die praktischen Vorzüge dieses Verfahrens sind gegenüber der bisherigen Versuchsmethode mit den grossen Parzellen und höchstens einer Kontrollparzelle nach jeder Richtung hin so bedeutend, dass sich niemand, der Feldversuche ausführt, seiner Aufnahme auf die Dauer entziehen kann.

Mit der Ausarbeitung von technischen Grundlagen für die praktische Anwendung der neuen Versuchsmethode hat sich unter anderen besonders von Rümker befasst und seine Erfahrungen wie Vorschläge hauptsächlich in folgenden Schriften niedergelegt,[1] auf die an dieser Stelle verwiesen sei.

Leider besteht z. Zt. noch vielfach eine gewisse Scheu vor der Aufnahme von Versuchen dieser Art, weil infolge der geforderten 4—6 Kontrollparzellen für jede Sorte ein grösserer Arbeitsaufwand befürchtet wird. Das ist jedoch nicht der Fall. Im Gegenteil, es wird nach dieser Methode sogar beträchtlich an Kapitals- und Arbeitsaufwand gespart, denn es kostet z. B. jede Getreidesorte in einem solchen Versuch mit 5 Kontrollparzellen von ca. je 15 *qm* Grösse lediglich einen Arbeitstag einer weiblichen Hilfskraft (einbegriffen in dieser Zeit ist Saat, Pflege, Schnitt und Drusch). Das ausschlaggebende aber ist, dass der erstrebte Zweck auf diesem Wege in wesentlich vollkommenerer Weise erreicht wird, und darin allein liegt die Zukunft der neuen Versuchsmethodik begründet. Sie schafft die Mög-

[1] von Rümker: Massenanbauversuche mit Futterrüben, Landw. Jahrbücher 1913; desgl.: Die Anwendung einer neuen Methode zur Sorten- und Linienprüfung, Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung 1914, Bd. II, Heft 2; desgl.: Die staatliche Organisation der Sortenprüfung, Kriegsaufsätze, Heft 2, Paul Parey, 1918; desgl.: 42 Sortenanbauversuche im Verwaltungsgebiet des Oberbefehlshabers Ost, Paul Parey, Berlin, 1918; desgl.: Tagesfragen, Heft 6, III. Aufl., Über Sortenauswahl, Paul Parey, 1919.

lichkeit, jede beliebige Zahl von Sorten in einen Versuch einzustellen und so die z. Zt. im Handel befindlichen Sorten jeder Pflanzengattung, soweit sie überhaupt beachtenswert erscheinen, einheitlich zu prüfen und zuverlässig festzustellen, welche Sorten im allgemeinen die z. Zt. anbauwürdigsten sind, und wo, bzw. unter welchen Verhältnissen, sie ihre Leistungsfähigkeit am vollkommensten entwickeln. Dass unsere Kenntnis hierüber auf sehr wenig zuverlässigen Grundlagen aufgebaut ist, und dass infolgedessen alljährlich noch viele Millionen Zentner an Nahrungsmitteln aller Art dem deutschen Volke, allein durch Anbau ungeeigneter Sorten, verloren gehen, kann nicht bestritten werden. — Es hätte auch keinen Zweck, dies zu beschönigen. — Natürlich ist es weder der Wissenschaft, noch der Praxis *allein* möglich, in diesem Sinne hinreichend aufklärend zu wirken, sondern dies kann nur durch ein intensives *Zusammenarbeiten* beider erreicht werden, indem die Wissenschaft durch umfassende *Vorprüfungen* soweit vorarbeitet, dass der Praxis nur noch übrig bleibt festzustellen, was von den bewährten Sorten in betreffender Gegend im speziellen für die einzelne Scholle am besten passt. Die Hauptarbeit lastet also naturgemäss auf den Vorprüfungen.

Das Ideal für eine schnelle und gründliche Orientierung wäre allerdings, dass sämtliche Staatsinstitute und alle sonstigen landwirtschaftlichen gemeinnützigen Körperschaften zentralisiert nach einem einheitlichen Plan arbeiten würden. Was sich auf solchem Wege erreichen lässt, zeigen uns die oben erwähnten VON RÜMKERschen 42 Anbauversuche im Oberostgebiete, die nach einheitlichem Plan durchgeführt worden sind.

Die Hauptpunkte, denen ganz besondere Beachtung bei dieser Versuchsmethode zukommt, sind:

1. Auswahl eines nach Möglichkeit gleichmässigen Versuchsfeldes.
2. Einheitliche maschinelle Aussaat einer möglichst gleichen Zahl keimfähiger Samen von jeder Sorte.
3. Sorgfältige Beobachtung des physiologischen Verhältnisses der einzelnen Sorten.
4. Sammlung der wichtigsten meteorologischen und pflanzenpathologischen Daten an jedem Versuchsorte.
5. Sorgfältige, einheitliche Aberntung nach dem Reifestadium der einzelnen Sorten.
6. Ausreichende Nachreife und Beachtung bzw. Prüfung des Feuchtigkeitsgehalts des Korns vor der endgültigen Feststellung der Erträge.

Es handelt sich bei den Vorprüfungsversuchen, wo möglichst sämtliche Sorten einer Fruchtgattung in einen Versuch eingestellt werden müssen, allerdings um einige hundert Parzellen, für die der *Drusch*[1]) bei weitem die meiste Arbeit verursacht, da diese kleinen Mengen keine grossen Herumhantierungen, Transporte usw. vertragen, wenn die Genauigkeit der

[1]) Näheres über die Ausführung des Drusches siehe Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, Bd. II, Heft 2, S. 196 u. f., sowie R. LEIDNER: Der praktische Getreidezuchtbetrieb, Paul Parey, Berlin, 1915.

Ergebnisse nicht leiden soll. Er wird daher am zweckmässigsten, direkt auf dem Felde mit einer Handdreschmaschine ausgeführt. Wenn zwar auch der Drusch von 100 Getreideparzellen obiger Grösse mit 8 gut eingearbeiteten Hilfskräften (denen eine Extravergütung für solche Tage zu gewähren ist), ca. in einem Tage bewältigt werden kann, so ist es, im Hinblick auf die Abhängigkeit dieser Arbeit vom Wetter, immerhin sehr erwünscht, die Zeit des Drusches nach Möglichkeit noch zu verkürzen, denn für all die Möglichkeiten vor dem Kriege, wie z. B. das Zusammenstellen der kleinen Puppen in dichte Gruppen und Überdecken derselben mit Plänen usw., sofern Gefahr im Verzuge war, fehlen uns nunmehr die Hilfsmittel.

Mein Vorschlag geht nun dahin, die einzelnen Parzellenerträge direkt beim Schnitt zu wiegen und sortenweise zusammen in eine gemeinschaftliche Haubenpuppe zur Nachreife aufzustellen und dann nach nochmaliger Wägung (um das lufttrockene Gesamtgewicht zu haben), den Drusch sortenweise vorzunehmen. Dadurch liesse sich die Zeit des Drusches auf ca. die Hälfte verkürzen. Ausserdem würde die Gefahr zu Verwechselungen, die bekanntlich sehr gross ist, auf diese Weise so gut wie ganz beseitigt. Auch würde an der Genauigkeit der Versuchsergebnisse im Prinzip nichts geändert, denn es handelt sich in erster Linie um die möglichst restlose Erfassung des *Gesamtertrages* von sämtlichen Kontrollparzellen der Sorten und dieses Ziel wird in dieser Weise entschieden sicherer erreicht, als wenn jede Parzelle einzeln zum Nachreifen aufgestellt wird, wo infolge der geringen Garbenzahl der einzelnen Parzellen ihr Stand sehr unsicher ist und Kornverluste durch Umsturz sehr leicht eintreten können, wenn nicht für jede Parzelle ein kleiner Pfahl zum Festbinden der Garben beschafft werden kann, was bei der grossen Zahl ziemlich schwierig ist.

Allerdings müsste in Kauf genommen werden, dass bei der Verrechnung der Versuchsergebnisse nach der Ausgleichsrechnung dann formell immer nur auf den *Gesamtertrag* (Stroh + Korn) Bezug genommen werden kann. Die wahrscheinlichen Schwankungen für das Korn, um die es sich in erster Linie handelt, lassen sich zwar auch ermitteln auf indirektem Wege, indem unter Zugrundelegung des Gesamtertrages der Kornertrag für die einzelnen Kontrollparzellen der betreffenden Sorten berechnet wird.

Die folgende Tabelle zeigt einen in dieser Weise verrechneten Versuch.

(Siehe Tabelle S. 286 und 287.)

Die zahlreichen „a“ zeigen den durch getrennten Drusch festgestellten *absoluten* Ertrag an Korn der einzelnen Kontrollparzellen für jede Sorte, die zahlenreichen „b“ den *berechneten* Ertrag. Es treten sonach Unterschiede im Verhältnis der einzelnen Kontrollparzellen zueinander in Erscheinung und demnach ändert sich auch der wahrscheinliche Fehler der Mittel, während das Gesamtgewicht an Korn in beiden Fällen gleich bleibt. Theoretisch betrachtet müssten die Zahlen zwischen absolutem und berechnetem Erdrusch übereinstimmen; in Wirklichkeit wird jedoch das Verhältnis zwischen Stroh und Korn auf den einzelnen Teilstücken einer Sorte infolge

Anbau-

Kornerträge in Kilogramm

a) Gewichtsmengen des abso-

b) " berechnet

Sorte	1 Gewicht je Parzelle in Summa kg	1 Korn absoluter Erdrusch kg a	1 Korn berechneter Erdrusch kg b	2 Gewicht je Parzelle in Summa kg	2 Korn absoluter Erdrusch kg a	2 Korn berechneter Erdrusch kg b	3 Gewicht je Parzelle in Summa kg	3 Korn absoluter Erdrusch kg a	3 Korn berechneter Erdrusch kg b	4 Gewicht je Parzelle in Summa kg	4 Korn absoluter Erdrusch kg a	4 Korn berechneter Erdrusch kg b
a	11,50	3,25	3,56	12,40	3,85	3,91	11,28	3,58	3,62	12,00	3,90	3,89
b	11,64	3,42	3,60	11,70	3,73	3,68	11,00	3,52	3,53	12,20	4,00	3,95
c	11,29	3,60	3,49	11,40	3,75	3,59	10,40	3,40	3,34	11,60	3,89	3,76
d	11,14	3,61	3,45	11,60	3,52	3,66	10,21	3,19	3,27	11,18	3,54	3,62
e	10,50	3,47	3,25	11,30	3,55	3,56	10,00	3,27	3,21	11,10	3,50	3,60
Sa.:	56,07	17,35		58,40	18,40		52,89	16,97		58,08	18,82	
Mittel:	11,21	3,47	3,47	11,68	3,68	3,68	10,58	3,39	3,39	11,62	3,77	3,76
		±0,045	±0,040		±0,048	±0,039		±0,054	±0,060		±0,082	±0,052
		9			10			11			12	
a	12,00	4,20	4,04	12,25	4,34	4,29	11,70	4,14	4,11	12,30	3,94	3,93
b	11,75	3,95	3,95	12,00	4,40	4,20	11,50	4,18	4,04	12,00	3,84	3,83
c	11,00	3,60	3,70	11,82	4,10	4,14	11,26	3,97	3,96	11,70	3,58	3,74
d	10,75	3,59	3,62	11,50	3,93	4,03	11,40	3,90	4,01	11,02	3,57	3,52
e	10,38	3,46	3,49	11,08	3,77	3,88	11,20	3,87	3,94	10,90	3,57	3,48
Sa.:	55,88	18,80		58,65	20,54		57,06	20,06		57,92	18,50	
Mittel:	11,18	3,76	3,76	11,73	4,11	4,11	11,41	4,01	4,01	11,58	3,70	3,70
		±0,105	±0,080		±0,088	±0,051		±0,049	±0,021		±0,063	±0,067
		17			18			19			20	
a	12,05	4,12	4,16	12,25	4,20	4,21	12 25	4,45	4,32	12,40	4,38	4,29
b	11,50	4,08	3,97	12,00	4,22	4,12	11,08	3,98	3,91	12,10	4,39	4,18
c	11,54	3,92	3,98	11,74	4,04	4,03	11,35	3,84	4,00	11,76	4,00	4,06
d	10,95	3,76	3,78	10,95	3,76	3,76	11,00	3,90	3,88	11,45	3,98	3,96
e	10,50	3,62	3 62	10,10	3,37	3,47	10,57	3,67	3,73	10,85	3,49	3,75
Sa.:	56,54	19,51		57,04	19,59		56,25	19,84		58,56	20,24	
Mittel:	11,31	3,90	3,90	11,41	3,92	3,92	11,25	3,97	3,97	11,71	4,05	4,05
		±0,070	±0,068		±0,118	±0,101		±0,083	±0,064		±0,113	±0,064

versuch 1912.

der je 5 Kontrollparzellen.

luten Erdrusches.

aus dem Gesamtgewicht der Sorten.

5			6			7			8		
Gewicht je Parzelle			Gewicht je Parzelle			Gewicht je Parzelle			Gewicht je Parzelle		
	Korn			Korn			Korn			Korn	
in Summa	absoluter Erdrusch *kg*	berechneter Erdrusch *kg*	in Summa	absoluter Erdrusch *kg*	berechneter Erdrusch *kg*	in Summa	absoluter Erdrusch *kg*	berechneter Erdrusch *kg*	in Summa	absoluter Erdrusch *kg*	berechneter Erdrusch *kg*
kg	a	b	*kg*	a	b	*kg*	a	b	*kg*	a	b
11,80	3,80	3,68	11,30	3,47	3,29	11,35	3,64	3,75	12,00	4,24	4,18
11,50	3,62	3,59	11,10	3,55	3,54	11,00	3,61	3,64	11,35	4,00	3,95
10,98	3,48	3,42	10,61	3,26	3,38	10,55	3,55	3,49	11,20	3,98	3,90
10,86	3,20	3,39	10,20	3,09	3,25	10,20	3,30	3,37	11,20	3,86	3,90
11,05	3,42	3,45	10.36	3.40	3,31	10.00	3,45	3,30	10.85	3.64	3,78
56,19	17,53		52,57	16,77		53,10	17,55		56,60	19,71	
11,24	3,50	3,51	10,71	3,35	3,35	10,62	3,51	3,51	11,32	3,94	3,94
	±0,069	±0,044		±0,060	±0,035		±0,045	±0,062		±0,065	±0,041
13			14			15			16		
11,03	3,65	3,70	12,54	4,47	4,38	11,83	4,03	4,07	12,55	4,50	4,41
10,80	3,80	3,63	12,00	4,24	4,19	11,40	4,10	3,92	12,10	4,40	4,25
10,60	3,44	3,56	12,00	4,19	4,19	11,74	4,00	4,04	11,75	4,00	4,13
10,60	3,56	3,56	11,50	3,96	4,02	11,00	3,80	3,79	11,00	3,78	3,86
10.00	3,35	3,36	11,55	3,95	4.02	10.19	3,40	3,51	10,10	3.52	3.55
53,03	17,81		59,59	20,80		56,16	19,33		57,50	20,20	
10,61	3,56	3,56	11,92	4,16	4,16	11,23	3,87	3,87	11,50	4,04	4,04
	±0,055	±0,034		±0,069	±0,047		±0,088	±0,075		±0,137	±0,112
21			22			23			24		
12,16	4,35	4,21	12,15	4,52	4,41	12,20	4,70	4,50	11,90	4,55	4,36
11,75	4,23	4,07	11,45	4,19	4,16	11,50	4,43	4,24	11,60	4,30	4,25
11,46	3,78	3,97	11,30	4,08	4,10	11,85	4,15	4,36	11,45	4,00	4,19
10,98	3,75	3,80	11.20	4,12	4,06	11,30	4,15	4,16	11,05	4,10	4,04
10,25	3.50	3.55	11,00	3.80	3.98	11.00	3.88	4.05	10,50	3,74	3,85
56,60	19,60		57,10	20,71		57,85	21,31		56,50	20,69	
11,32	3,92	3,92	11,42	4,14	4,14	11,57	4,26	4,26	11,30	4,14	4,14
	±0.123	±0,082		±0,071	±0,043		±0,101	±0,056		±0,096	±0,064

Bodenverschiedenheiten, ungleichhohem Stoppelschnitt, an den Halmen rankende und schwer zu beseitigende Unkräuter wie Ackerwinde (Polygonum Concolvulus arvensis L.), das gemeine Klebkraut (Galium aparine L.) u. a. verschoben und daher immer schwanken. Bei Ableitung des Einzelparzellenertrages von dem Gesamtertrage lässt sich dieser Umstand nicht berücksichtigen, die Rechnung nimmt gleiche Verhältnisse zwischen Stroh und Korn bei sämtlichen Kontrollparzellen der einzelnen Sorten an und darum entspricht der berechnete wahrscheinliche Fehler aus den Gesamterträgen nicht ganz der Wirklichkeit, bzw. dem absoluten Erdrusch. Eine grössere praktische Bedeutung dürfte diesen Unterschieden im wahrscheinlichen Fehler zwischen absolutem und berechnetem Erdrusch aber wohl kaum beizumessen sein, und so glaube ich, dass ganz besonders die Praxis nach diesem Vorschlage arbeiten kann, zumal da andererseits auch praktische, wichtige Vorteile mit demselben verbunden sind. So z. B. kann ein solcher in seinen Kontrollparzellen sortenweise in gute Haubengruppen gesetzter Versuch beliebig lange zur Nachreife stehen bleiben, bis ein geeigneter Tag zum Drusch sich bietet, ohne Beschädigungen durch Umsturz, Auswuchs und dergl. befürchten zu müssen (zumal, wenn der Bestand aus dem sog. „Reservestreifen“[1]) als Deckgarbe benutzt wird, die dann vor dem Drusch beseitigt werden kann.

Inwieweit diese Vorschläge auch für rein wissenschaftliche Versuche zulässig sind, bedarf noch der weiteren Nachprüfung.[2])

Berlin, im Februar 1919.

---

[1]) Vgl. die zitierten Arbeiten.

[2]) Während der Drucklegung ist eine Abhandlung von Prof. MITSCHERLICH im Verlage von Paul Parey erschienen unter dem Titel: „Vorschriften zur Anstellung von Feldversuchen in der landwirtschaftlichen Praxis“, in der ähnliche Vorschläge gemacht werden.

Mitteilungen der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Harleshausen, Reg.-Bez. Cassel.

1919. **Nr. 1.**

Versuche über die Wirkung von Flugstaub auf Boden und Pflanzen.

Von

E. Haselhoff.

Die Zusammensetzung des Flugstaubes ist je nach seiner Herkunft verschieden, und darauf ist es hauptsächlich zurückzuführen, dass das Urteil über die Wirkung des Flugstaubes auf Boden und Pflanzen nicht eindeutig lautet. Teils stammt der Flugstaub aus den verbrauchten Brennmaterialien, die infolge ihrer Ungleichartigkeit schon zu einer verschiedenen Zusammensetzung des Flugstaubes führen müssen; teils handelt es sich ausserdem um Abgänge aus den verarbeiteten Erzen und den daraus hergestellten Erzeugnissen, die durch ihre Verschiedenartigkeit ebenfalls Flugstaub von verschiedener Zusammensetzung geben müssen. Bei dem Flugstaub aus den Brennstoffen handelt es sich hauptsächlich um feinverteilten Kohlenstaub, der sich bei unvollkommener Verbrennung als Russ abscheidet, und um Ascheteilchen. Man neigte früher wohl der Ansicht zu, dass der Befall der Pflanzen mit Russ oder anderen feinverteilten wasserunlöslichen Stoffen durch Verstopfung der Spaltöffnungen der Blattorgane der Pflanzen nachteilig wirkt. Frühere Versuche von J. STÖCKHARDT[1]) und J. VON SCHRÖDER[2]) sprachen nicht für eine solche schädliche Wirkung. G. NIGGEMEYER[3]) führt Versuche von G. RUSTON[4]) an, die für Nadelhölzer eine solche nachteilige Beeinflussung wahrscheinlich machen können. Demgegenüber kommen H. WISLICENUS *und seine Mitarbeiter*[5]) durch ihre Versuche mit Eiche, Weissbuche, Ahorn, Esche, Rüster, Linde, Fichte zu dem Schluss: „Die unlöslichen Feststoffe des Russes, insbesondere der dichte festanhaftende, tiefschwarze Kohlenstoff, sind vollkommen unschädlich.“ Die Versuche wurden aber besonders auch auf Steinkohlenruss ausgedehnt und zeigen

[1]) THAER, Forstl. Jahrb. 1871, **21**; 218.

[2]) Beschädigung der Vegetation durch Rauch. P. Parey, Berlin 1883; 239.

[3]) Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Heft 21 der Veröffentlichungen der Landwirtschafts-Kammer für Westfalen. 1915, 34.

[4]) Rauch und Staub, **2**; 94.

[5]) Sammlung von Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden. Heft 10. P. Parey, Berlin 1914; 7.

die Ergebnisse, dass es sich da, wo der Befall mit Kohlenruss dem Wachstum der Pflanzen nachteilig ist, nicht um eine solche Wirkung der unlöslichen festen Russbestandteile handelt, sondern um die Wirkung der wasserlöslichen Extraktstoffe wie Schwefelsäure, Metallsulfate, löslichen Teerbestandteile. Diese Feststellungen geben uns eine Erklärung für die von H. C. MÜLLER[1]) beobachteten Abweichungen in der Wirkung verschiedener Braunkohlenstaubarten, je nachdem der Flugstaub auf die Pflanze gelangt oder in den Boden gebracht wird und von da aus auf die Wurzeln der Pflanzen wirkt; im letzteren Falle werden die ursprünglich unlöslichen Bestandteile des Flugstaubes gelöst, so dass sie auf die Pflanzen einwirken können; enthält der Flugstaub an sich schon lösliche Bestandteile, so kann diese Beeinflussung des Pflanzenwachstums selbstredend auch sogleich einsetzen. Ein Versuch von H. C. MÜLLER, der sehr deutlich diese verschiedene Wirkung von Flugstaub und Kohlenstaub erkennen lässt, wurde in folgender Weise durchgeführt: Braunkohlenstaub von zwei verschiedenen Gruben wurde teils einige Wochen vor der Aussaat auf den Boden, teils dieselbe Menge in drei Gaben während des Wachstums unmittelbar auf die Pflanzen gestreut. Das Ernteergebnis war folgendes:

	Gewicht der Rüben auf 1 Morgen Ztr.	Zucker in der Rübe %	Zucker auf 1 Morgen Ztr.
1. Ohne Kohlenstaub und ohne Flugasche . .	139,64	18,42	25,72
2. Kohlenstaub a) in die Erde	120,50	18,50	22,30
3. „ b) „ „ „	110,50	18,40	20,34
4. Flugasche in die Erde	117,50	18,55	21,80
5. Kohlenstaub a) auf die Blätter	115,00	17,30	19,90
6. „ b) „ „ „	109,26	17,40	19,02
7. Flugasche auf die Blätter	137,00	18,20	24,94

Die beiden Kohlenstaubarten haben sowohl nach dem Einbringen in den Boden, wie nach dem Aufstreuen auf die Blätter nachteilig gewirkt; in beiden Fällen bleibt der Kohlenstaub b am meisten zurück. Dagegen hat der Flugstaub nur da, wo er in den Boden gebracht war, schädlich gewirkt, nicht aber beim Aufstreuen auf die Pflanzen; anscheinend sind in der Flugasche ursprünglich lösliche schädliche Bestandteile nicht enthalten, doch erfolgt eine Umbildung in diese bald statt, während die Kohlenstaubarten solche nachteilig wirkende Bestandteile von vornherein enthalten. Leider fehlen Angaben über die Zusammensetzung der zu den Versuchen benutzten Bestäubungsstoffe, so dass nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, dass diese Vermutung tatsächlich richtig ist. Für eine solche Annahme sprechen noch andere Beobachtungen MÜLLERS. So stellte er in der Nähe einer Braunkohlen-Brikettfabrik zunächst eine starke Verschmutzung der Pflanzen durch Flugstaub fest und findet nach 5 Jahren seine Befürchtung, „dass in der Zukunft durch die reichliche Zuführung der

[1]) Arbeiten der Landw. Kammer der Provinz Sachsen 1913, Heft 30.

schwefelhaltigen Flugasche eine Erniedrigung der Produktionskraft des Bodens eintreten wird", bestätigt. Als Beispiel für andere Staubarten mögen schliesslich noch die Beobachtungen von L. WILK[1]) mitgeteilt werden, die sich auf Flugstaub von Karbid- und Aluminiumöfen beziehen. Die Untersuchung von 2 Proben des Karbidflugstaubes, von denen die Probe I aus dem Innern des Schlotes stammte und dem Einfluss der Luft noch nicht ausgesetzt war, die Probe II dagegen aus dem in der Nähe des Schlotes abgelagerten Staube gesammelt war und infolge der Einwirkung der Luft erhebliche Mengen Kohlensäure aufgenommen hatte, ergab die folgende Zusammensetzung; im Vergleich dazu wird die Zusammensetzung von Strassenstaub angegeben. Die Aluminiumgewinnung erfolgte auf elektrischem Wege aus Tonerde, die durch Aufschliessen von Bauxit mit Schwefelsäure erhalten wurde, und Kryolith; der Flugstaub enthält mehr oder weniger Fluorverbindungen. Die Zusammensetzung dieser verschiedenen Staubarten war folgende:

Bestandteile	Flugstaub einer			Strassenstaub %
	Karbidfabrik %		Aluminiumfabrik %	
	I	II		
Kalk	59,54	42,61	0.08	34,17
Magnesia	2,23	5,77	Spuren	8,99
Eisenoxyd + Tonerde	2,40	4,02	12,33	1,90
Kohle	12,85	2,95	55,13	0,71
In verdünnter Salzsäure unlöslich	7,33	6,12	22,08	16,01
Kohlensäure	4,01	30.17	0,40	36,77
Kalk (in Wasser löslich)	8,55	0,05	0,01	0,02
Nicht bestimmt: Alkalien, organische Substanzen usw.	3,09	8,31	—	1,43
Nicht bestimmt: Fluoride, Alkalien usw.	—	—	10,11	—

L. WILK folgert aus seinen Beobachtungen: „Die Rauchgase der industriellen Anlagen wirken auf die Pflanzen schädigend ein, indem sie die Blätter verätzen und bestimmte, chemisch-physiologische Vorgänge im Blattzellgewebe stören (Atmungsschäden). Der aus der Karbidfabrikation stammende Flugstaub enthält nicht nur bedeutende Mengen an Ätzkalk, der an den Kulturen ständig seine verderbliche Wirkung übt, sondern auch fertiges Karbid, welches bei der Einwirkung von Feuchtigkeit eine ganze Reihe von höchst pflanzengiftigen Verbindungen, wie Azetylen, Phosphorwasserstoff, geringe Mengen von Arsenwasserstoff nebst Schwefelwasserstoff, Ammoniak usw. entwickelt. Die in den Wäldern in der Umgebung der Fabrik allgemein auftretende Wipfeldürre der Lärchen, Fichten und Föhren und die Verätzungserscheinungen an den Laubbäumen und Gräsern, werden zweifellos durch die als Folgeerscheinung des Fabrikbetriebes sich ergebende

[1]) Archiv f. Chemie u. Mikroskopie 1916, Heft 6.

Rauch- und Flugstaubentwicklung verursacht." Unter die Abgänge der Aluminiumfabrik sagt WILK: „Durch die Aluminiumfabrik gelangen grosse Mengen von unverbranntem Kohlenstoff ins Freie, wo sie die Blätter und Gräser inkrustieren und durch Hemmung des Atmungsprozesses das Wachstum der Pflanzen beeinträchtigen. Ausserdem wird durch die Schlote in nicht unbeträchtlicher Menge metallischer Aluminiumstaub und flusssäurehaltiges, von dem verarbeiteten Kryolith herrührendes Material ausgestossen, mit dem auch wasserlösliche, höchst schädliche Fluorverbindungen in die Luft gelangen. Ferner verursacht der an den Kohlenelektroden auftretende Sauerstoff während der Elektrolyse infolge unvollständiger Verbrennung die Bildung grösserer Mengen von giftigem Kohlenoxyd, das ebenfalls ins Freie abströmt. Auch ist stets die Möglichkeit vorhanden, dass Partikelchen der cyanhaltigen Rückstände, sowie der Elektroden den gleichen Weg gehen und an pflanzlichen und tierischen Organismen ihre unheilvolle Wirkung üben können."

Versuche, die ich früher ausgeführt habe,[1]) bestätigen im allgemeinen die bisher mitgeteilten Beobachtungen: sie ergeben die Verschiedenheit der Zusammensetzung der Flugstaubarten und zeigen, dass dementsprechend auch die Wirkung des Flugstaubes auf Boden und Pflanzen verschieden ist. Die Versuche zeigen, dass eine nachteilige Wirkung in erster Linie durch Chloride, Sulfide und Sulfate hervorgerufen wird, dass diese entweder durch die direkte Bestäubung der Pflanzen oder durch eine Umsetzung der Flugstaubbestandteile im Boden und Einwirkung der darin entstehenden Umsetzungsverbindungen auf die Keimung der Samen oder auch auf das spätere Wachstum der Pflanzen zu stande kommen. Es lag mir daran, durch weitere Versuche mit Flugstaubsorten verschiedener Art aus praktischen Betrieben die bisherigen Beobachtungen zu ergänzen. Auch bei diesen Versuchen handelt es sich nur um die Einwirkung des Flugstaubes auf das Wachstum der Pflanzen und bleibt dabei die Beeinträchtigung der Brauchbarkeit der vom Flugstaub befallenen Pflanzen für besondere Nutzungszwecke (Fütterung) ausser Acht. Der Flugstaub wurde mir von den darum angegangenen Betrieben bereitwilligst zur Verfügung gestellt; Herkunft und Zusammensetzung des verwendeten Flugstaubes folgen aus nachstehender Übersicht:

(Siehe Tabelle Seite 293.)

Diese Flugstaube wurden zum Teil in jedem Jahr, zum Teil nur in einzelnen Jahren geprüft, wie aus den nachfolgenden näheren Angaben über die ausgeführten Versuche hervorgehen wird. Ausserdem fand noch eine Bestäubung der Pflanzen mit Zement und Zinnoxyd statt. Zementstaub wurde hinzugezogen, weil beim Beginn der Versuche gerade Klagen über Pflanzenbeschädigungen durch Zementstaub eingingen. Die Prüfung von Zinnoxydstaub geschah infolge einer Anfrage von Herrn Professor NEUBAUER über die Schädlichkeit von zinnoxydhaltigem Staub, der bei der

---

[1]) Landw. Versuchsstationen, 1907, 67, 157 und 1908, 69, 477; ferner Fühl. landw. Zeitung, 1908, 57, 609.

Die geprüften Flugstaubsorten enthielten in der Trockensubstanz:

Herkunft des Flugstaubes	Organische Stoffe %	Stickstoff %	Mineralstoffe %	Eisenoyd + Tonerde %	Manganoxyduloxyd %	Kalk %	Magnesia %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Nicht als Schwefelsäure gebund. Schwefel %	Kohlensäure %	Chlor %	Alkalität der Asche *ccm* n/n-Säure
1. Eisenwerk. Flugstaub aus Kohlenheizung	12,65	0,147	87,35	8,65	0,61	4,45	1,64	0,42	1,43	2,84	0,17	—	0	0
2. Eisenwerk. Flugstaub aus Hochofengasfeuerung	0,04	0,026	99,96	14,58	5,33	12,82	2,66	18,81	3,94	10,70	0,01	—	3,19	schwach sauer
3. Chemische Fabrik. Flugstaub aus Kohlenkesselfeuerung	10,87	0,131	89,13	14,95	0,27	3,57	0,81	0,24	1,74	1,36	0,14	—	—	0
4. Chemische Fabrik. Flugstaub aus Braunkohlenfeuerung	11,59	0,035	88,41	17,40	0,50	40,10	6,74	0,10	0,75	9,71	0,14	13,81	0,07	482,5
5. Chemische Fabrik. Flugasche	2,70	0,026	97,30	2,34	Spur	8,78	1,85	0,50	25,00	49,80	0,38	—	0,07	0,3
6. „ „ „	2,59	0,026	97,41	5,45	0,10	20,10	5,37	0,11	7,15	35,62	0,55	2,93	0,56	201,7
7. „ „ Flugasche aus Braunkohlenfeuerung	1,12	0,020	98,88	7,87	0,66	25,69	4,06	0,16	5,14	30,43	0,63	1,58	0,08	125,0
8. Chemische Fabrik. Flugasche aus Braunkohlenfeuerung	3,40	0,061	96,60	1,20	Spur	6,54	1,37	0,73	29,68	48,88	0,45	—	0,43	0
9. Braunkohlenwerk. Flugasche	11,00	0,048	89,00	18,58	Spur	30,29	7,16	0,04	0,92	6,06	0,43	5,93	0,12	349,2
10. Eisenhochofen. Giftgasfilterstaub	5,00	—	95,00	12,05	—	16,60	4,75	4,88	6,29	2,59	—	0,80	1,04	146,6
11. Kupferhütte. Flugasche aus den Kanälen der Raffinieröfen	39,23	—	60,77	8,07	—	3,67	0,24	0,30	—	—	—	Kupferoxyd 8,59	4,53	schwach sauer
12. Zement	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	747,5

Verarbeitung der Blechabfälle in einer Sauerkrautfabrik dadurch entsteht, dass der Überzug des Bleches abgeschmolzen wird, wobei infolge der Erwärmung eine starke Oxydation eintritt.

Der Versuchsboden ist ein mittelschwerer Lehmboden. Er wurde in jedem Jahre gleichmässig mit Stickstoff, Phosphorsäure und Kali gedüngt. Mit dem Bestäuben wurde durchweg 14 Tage nach dem Aufgange der Pflanzen begonnen. Damit der Staub möglichst auf den Pflanzen haften blieb, fand, sofern die Pflanzen trocken waren, vor dem Bestäuben stets ein Überbrausen der Pflanzen mit Wasser statt. Die Bestäubung wurde alle 8 Tage bis zur beginnenden Reife der Pflanzen wiederholt; nur bei Gras und Klee wurde sie noch weiter bis in den Herbst hinein fortgesetzt. Auf 1 *qm* Versuchsfläche wurden im ersten Versuchsjahr 1912 je 6 *g* Flugstaub, in dem Jahre 1913 je 10 *g* Flugstaub, in den Jahren 1914 und 1915 je 4 *g* Flugstaub und vom Jahre 1916 ab nur 1,25 *g* Flugstaub gestreut. Auf 1 *ha* berechnet sind darnach in einem Jahre über 19 Ztr. bzw. 32 Ztr. bzw. 12 Ztr. und schliesslich 4 Ztr. mindestens aufgestreut worden. Die Versuchsparzellen waren im Jahre 1912 je 8 *qm*, in den folgenden Jahren je 4 *qm* gross. In den letzten Jahren (von 1913 ab) wurde auf derselben Parzelle immer der gleiche Flugstaub verwendet, sofern mit diesem die Bestäubung fortgesetzt wurde; wo eine Änderung eintrat, ist darauf besonders hingewiesen worden.

Die Versuchspflanzen waren im Jahre 1912 Bohnen und Hafer. Äussere Merkmale einer Beschädigung der Blattorgane traten nach der Bestäubung nicht hervor. Ebenso zeigten sich auch auf den verschiedenen Versuchsparzellen keine Unterschiede in der Entwicklung der Pflanzen. Die Erträge waren für je eine Versuchsparzelle die folgenden:

Flugstaub	Bohnen				Hafer			
	Körner	Stengel und Blätter	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)		Körner	Stroh und Spreu	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)	
			Körner	Stroh			Körner	Stroh
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Unbestäubt	219	1380	—	—	781	2219	—	—
Nr. 1	154	1195	— 65	— 185	544	1656	— 237	— 563
„ 2	130	1260	— 89	— 120	480	1820	— 301	— 399
„ 3	147	1120	— 72	— 260	443	1757	— 338	— 462
„ 4	166	775	— 53	— 605	467	1703	— 314	— 516
„ 5	203	1305	— 16	— 75	717	2103	— 64	— 116
„ 6	130	1270	— 89	— 110	571	2029	— 210	— 190
„ 7	195	1255	— 24	— 125	534	2146	— 247	— 73
„ 8	155	1165	— 64	— 215	425	1775	— 356	— 444
„ 9	154	725	— 65	— 655	396	1964	— 385	— 255

In allen Fällen ist also nach dem Bestäuben ein Rückgang im Ertrage eingetreten und zwar sowohl bei den Bohnen wie beim Hafer. Bei der Zusammensetzung der Flugstaubproben muss dieses Ergebnis nach den

früheren Feststellungen überraschen. Die Bestäubung mit Flugstaub Nr. 5 hat den geringsten Ernteausfall zur Folge gehabt; dieser Flugstaub enthält grössere Mengen Natriumsulfat. Eine ähnliche Zusammensetzung hat Flugstaub Nr. 8; hier ist aber der Ernteausfall wesentlich höher, so dass es fraglich erscheinen kann, ob die Ursache dieser nachteiligeren Wirkung in dem letzten Falle in dem vorhandenen Natriumsulfat gesucht werden muss.

Die Untersuchung der Ernteerzeugnisse hat auf sandfreie Trockensubstanz berechnet folgendes ergeben:

Flugstaub	Bohnenkörner						Bohnenstengel						Bohnenblätter					
	Kieselsäure %	Kalk %	Magnesia %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Kalk %	Magnesia %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Kalk %	Magnesia %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %
Unbestäubt	0,02	0,52	0,31	2,29	0,29	0,16	1,13	2,89	0,71	3,15	0,49	0,72	2,95	0,65	0,33	0,88	0,13	0,78
Nr. 1	0,11	0,39	0,35	2,34	0,20	0,24	1,17	2,84	0,72	3,14	0,25	0,87	2,85	0,83	0,42	0,79	0,27	0,54
„ 2	0,19	0,36	0,32	2,25	0,11	0,18	1,25	2,74	0,70	2,98	0,36	0,71	4,22	0,85	0,33	0,69	0,26	0,62
„ 3	0,28	0,22	0,34	2,23	0,20	0,20	1,79	2,92	0,83	2,97	0,43	0,86	3,93	1,05	0,36	1,19	0,30	0,67
„ 4	0,48	0,40	0,35	2,17	0,22	0,21	1,60	2,73	0,83	2,47	0,50	1,13	4,26	0,75	0,37	1,42	0,44	0,76
„ 5	0,78	0,59	0,36	2,20	0,14	0,19	1,17	3,33	0,83	2,80	0,31	0,98	5,55	0,98	0,36	0,97	0,29	0,84
„ 6	0,25	0,28	0,39	2,28	0,38	0,31	1,01	2,70	0,67	3,13	0,26	0,89	3,39	0,77	0,35	0,96	0,35	0,76
„ 7	0,12	0,24	0,35	2,21	0,27	0,32	1,87	2,87	0,69	3,02	0,31	1,16	3,72	0,77	0,30	0,84	0,30	0,67
„ 8	0,09	0,17	0,34	2,21	0,34	0,22	1,35	2,92	0,67	2,44	0,10	0,76	3,81	0,95	0,39	0,99	0,26	0,64
„ 9	0,09	0,18	0,34	2,08	0,31	0,16	1,11	2,87	0,68	2,47	0,16	0,61	4,74	0,73	0,36	1,01	0,18	0,76

Flugstaub	Haferkörner						Haferstroh					
	Kieselsäure %	Kalk %	Magnesia %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Kalk %	Magnesia %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %
Unbestäubt	0,69	0,36	0,24	0,62	0,13	0,30	1,55	1,05	0,31	3,27	0,52	0,72
Nr. 1	0,52	0,21	0,29	0,59	0,15	0,16	2,08	0,86	0,31	3,16	0,59	0,58
„ 2	0,53	0,18	0,30	0,73	0,16	0,24	2,13	0,83	0,27	2,79	0,72	0,71
„ 3	0,42	0,40	0,36	0,72	0,13	0,26	2,69	1,27	0,33	2,99	0,50	0,72
„ 4	0,41	0,13	0,31	0,64	0,16	0,22	1,88	0,67	0,29	2,72	1,27	1,11
„ 5	0,43	0,21	0,30	0,69	0,08	0,23	1,49	0,99	0,27	3,33	0,72	0,67
„ 6	0,98	0,21	0,31	0,57	0,21	0,23	2,01	0,76	0,27	2,91	0,91	0,69
„ 7	1,07	0,47	0,33	0,62	0,22	0,28	1,45	0,63	0,26	2,91	1,03	0,75
„ 8	1,02	0,28	0,35	0,66	0,20	0,20	2,61	0,72	0,35	2,96	0,84	0,72
„ 9	0,85	0,22	0,26	0,64	0,09	0,27	2,62	0,54	0,34	2,63	0,94	0,72

Diese Untersuchungsergebnisse lassen die früher beobachtete Einwirkung der Flugstaubbestandteile auf die Zusammensetzung der bestäubten Pflanzen nicht erkennen. Im Kieselsäuregehalt zeigt sich zwar zum Teil auch hier nach der Bestäubung der Pflanzen eine Zunahme; jedoch ist diese Zunahme keine gleichmässige und regelmässige.

Im Jahre 1913 wurde die Versuchsfläche in 48 Parzellen geteilt und von nun an, sofern nicht ein Wechsel in der Bestäubungssubstanz erfolgte,

derselbe Flugstaub auf dieselbe Parzelle gebracht. Zu den im Vorjahre geprüften Flugstauben kamen noch Zement und Zinnoxyd. Als Versuchspflanzen dienten Bohnen, Hafer, Möhren, Gras. Die Entwickelung der Pflanzen war im allgemeinen eine gleichmässige. Die Haferpflanzen hatten anfangs in den ersten Stunden nach der Bestäubung ein schlaffes Aussehen; jedoch verlor sich dieses später. Die mit Zinnoxyd bestäubten Bohnen zeigten grössere, sich deutlich abhebende gelbe Flecken, die zum Teil die Blattsubstanz zerstörten. Andere Beobachtungen wurden an den bestäubten Pflanzen nicht gemacht. Die auf einer Parzelle erzielten Erträge waren folgende:

Bestäubungsmaterial	Bohnen				Möhren			
	Körner	Stengel und Blätter	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)		Möhren	Kraut	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)	
			Körner	Stroh			Möhren	Kraut
	g	g	g	g	g	g	g	g
Unbestäubt . .	840	1440	—	—	23 900	14 500	—	—
Flugstaub Nr. 1	620	1240	— 220	— 200	27 700	21 800	+ 3 800	+ 7 300
„ „ 2	589	1460	— 251	+ 20	32 500	24 000	+ 8 600	+ 9 500
„ „ 3	606	674	— 234	— 766	34 000	19 300	+ 10 100	+ 4 800
„ „ 4	433	497	— 407	— 943	48 000	26 500	+ 24 100	+ 12 000
„ „ 5	708	792	— 132	— 648	53 600	21 900	+ 29 700	+ 7 400
„ „ 6	884	1046	+ 44	— 394	23 700	14 900	— 200	+ 400
„ „ 7	1147	1533	+ 307	+ 93	33 700	22 500	+ 9 800	+ 8 000
„ „ 8	756	1554	— 84	+ 114	29 700	22 000	+ 5 800	+ 7 500
„ „ 9	933	1897	+ 93	+ 457	41 900	24 600	+ 18 000	+ 10 100
Zementstaub . .	1086	1764	+ 246	+ 324	35 500	17 600	+ 11 600	+ 3 100
Zinnoxyd . . .	1055	1645	+ 215	+ 205	37 300	19 300	+ 13 400	+ 4 800

Bestäubungsmaterial	Hafer						Gras	
	Körner	Stroh	Spreu	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)			Lufttrockene Substanz	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)
				Körner	Stroh	Spreu		
	g	g	g	g	g	g	g	
Unbestäubt . .	1885	2500	195	—	—	—	1520	—
Flugstaub Nr. 1	1950	2200	210	+ 65	— 300	+ 15	1560	+ 40
„ „ 2	1965	2350	285	+ 80	— 150	+ 90	1520	± 0
„ „ 3	2235	2600	225	+ 350	+ 100	+ 30	1520	± 0
„ „ 4	2470	3300	430	+ 585	+ 800	+ 235	1680	+ 160
„ „ 5	2490	2950	290	+ 605	+ 450	+ 95	1560	+ 40
„ „ 6	2475	2800	325	+ 590	+ 300	+ 130	1480	— 40
„ „ 7	2395	2600	265	+ 510	+ 100	+ 70	1940	+ 420
„ „ 8	2110	2700	250	+ 225	+ 200	+ 55	1540	+ 20
„ „ 9	1890	2150	110	+ 5	— 350	— 85	1840	+ 320
Zementstaub . .	2255	2700	205	+ 370	+ 200	+ 10	1640	+ 220
Zinnoxyd . . .	2050	2300	210	+ 165	— 200	+ 15	1620	+ 100

Die Wirkung der Bestäubung ist bei den einzelnen Versuchspflanzen verschieden. Bei Hafer, Möhren und auch Gras zeigt sich eine nachteilige Wirkung der Bestäubung nur vereinzelt; dagegen tritt diese bei den Bohnen in der Mehrzahl der Versuchsreihen auf. Vielleicht liegt der Grund dafür darin, dass der Staub auf den blattreicheren Bohnenpflanzen länger gehaftet hat. Ein Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung des Bestäubungsmaterials und dem Grade der schädlichen Wirkung ist nicht zu erkennen. Zementstaub hat bei allen 4 Versuchspflanzen nicht schädlich gewirkt. Auch die Erträge der mit Zinnoxyd bestäubten Pflanzen sind trotz der bereits erwähnten Verfärbung und Zerstörung der Blattsubstanz durch die Bestäubung nicht beeinträchtigt worden.

Die Untersuchung der Ernteerzeugnisse hat auf sandfreie Trockensubstanz berechnet folgende Gehaltszahlen ergeben:

Bestäubungsmaterial	Kieselsäure %	Kalk %	Magnesia %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Kalk %	Magnesia %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Kalk %	Magnesia %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %
	Bohnenkörner						Bohnenstengel						Bohnenblätter					
Unbestäubt	—	0,14	0,26	2,24	0,16	0,27	0,74	3,12	0,79	2,61	0,04	0,91	2,14	5,83	0,88	2,01	0,05	1,07
Flugstaub Nr. 1	—	0,17	0,23	2,17	0,11	0,25	0,91	2,62	0,79	2,66	0,03	0,73	2,08	6,23	1,03	1,67	0,03	0,87
" " 2	—	0,19	0,25	2,22	0,14	0,26	0,95	2,09	0,86	2,88	0,15	0,92	2,41	6,09	0,82	2,27	0,31	1,24
" " 3	—	0,20	0,14	2,12	0,03	0,22	0,86	2,22	0,78	2,28	0,18	0,81	2,98	6,35	0,82	1,49	0,18	1,11
" " 4	—	0,26	0,29	2,06	0,11	0,32	0,54	1,64	0,67	2,47	0,21	0,91	2,12	5,91	0,86	1,77	0,15	0,79
" " 5	—	0,21	0,26	2,12	—	0,22	0,38	1,80	0,80	2,43	0,42	1,30	2,37	5,95	0,87	1,70	0,25	1,36
" " 6	—	0,19	0,24	2,24	0,03	0,23	0,49	2,18	0,84	2,51	0,22	1,07	3,52	6,32	0,84	1,78	0,14	1,57
" " 7	—	0,21	0,27	2,21	—	0,19	0,69	2,67	0,80	2,32	0,19	1,17	3,09	6,30	0,89	2,19	0,17	1,61
" " 8	—	0,18	0,25	2,29	0,02	0,21	0,41	2,34	0,80	2,64	0,37	1,26	2,62	5,48	0,95	2,05	0,12	1,80
" " 9	—	0,14	0,25	2,16	0,02	0,28	0,71	1,80	0,68	2,27	0,08	0,91	2,69	5,07	0,77	2,21	0,11	1,13
Zementstaub	—	0,17	0,28	2,11	0,04	0,24	0,89	2,21	0,62	2,66	0,03	0,83	2,45	5,74	0,68	2,13	0,05	1,00
Zinnoxyd .	Kein Zinn vorhanden						Kein Zinn vorhanden						0,11 % Zinnoxyd					
	Haferkörner						Haferstroh						Haferspreu					
Unbestäubt	0,24	0,14	0,35	0.66	0,10	0,23	0,98	0,45	0,16	2,66	0,89	0,50	4,44	1,31	0,28	0,87	0,16	0,72
Flugstaub Nr. 1	0,22	0,14	0,25	0,61	0,08	0,21	0,69	0,50	0,15	2,90	0,54	0,71	7,44	1,42	0,34	0,74	0,23	1,00
" " 2	0,24	0,14	0,24	0,39	0,45	0,26	1,15	0,49	0,15	3,40	0,56	0,66	5,71	1,17	0,34	1,01	0,20	0,78
" " 3	0,37	0,14	0,22	0,44	0,67	0,19	1,04	0,56	0,23	2,92	0,53	0,51	6,72	1,12	0,32	0,77	0,13	1,25
" " 4	0,19	0,13	0,25	0,60	0,09	0,19	0,69	0,64	0,21	3,41	0,38	0,64	8,50	1,21	0,37	0,62	0,10	1,15
" " 5	0,28	0,12	0,25	0,60	0,05	0,22	0,60	0,44	0,16	3,08	0,64	0,77	7,68	1,00	0,23	0,88	0,21	1,00
" " 6	0,19	0,11	0,29	0,60	0,13	0,20	0,64	0,41	0,13	3,16	0,28	0,74	6,99	0,94	0,25	0,93	0,15	0,96
" " 7	0,16	0,09	0,24	0,55	0,22	0,11	1,12	0,39	0,09	3,23	0,10	0,70	8,07	1,14	0,24	0,82	0,21	1,27
" " 8	0,14	0,10	0,21	0,57	0,16	0,25	0,63	0,50	0,16	3,35	0,40	0,62	7,11	1,10	0,23	0,73	0,13	1,03
" " 9	0,13	0,10	0,23	0,61	0,20	0,37	0,98	0,42	0,15	3,30	0,03	0,73	7,82	1,24	0,28	0,70	0,14	0,68
Zementstaub	0,15	0,12	0,19	0,61	0,13	0,25	0,54	0,57	0,15	3,02	0,25	0,65	7,63	0,94	0,29	0,78	0,27	0,60
Zinnoxyd .	Kein Zinn vorhanden						Kein Zinn vorhanden						Kein Zinn vorhanden					

Bestäubungsmaterial	Möhren					Möhrenkraut					Gras			
	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia	Kali	Schwefelsäure
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Unbestäubt . .	0,53	0,25	3,73	0,64	0,44	2,40	0,39	4,76	1,02	1,32	0,83	0,37	3,04	0,61
Flugstaub Nr. 1	0,54	0,27	3,41	0,75	0,53	2.06	0,43	3,86	1,54	0,78	0,72	0,06	2,45	0,89
„ „ 2	0,49	0,28	3,06	1,07	0,48	2,19	0,42	3,45	1,18	0,68	0,79	0.14	2,86	0,93
„ „ 3	0,60	0,25	2,58	1,39	0,47	2,80	0,42	2,77	1,54	0,74	0,89	0,36	2,78	0,71
„ „ 4	0,55	0,27	2,75	1,24	0,44	3,62	0,41	3,70	—	—	1,08	0,46	3,66	1,33
„ „ 5	0,49	0,28	2,39	1,55	0,89	4,14	—	3,89	—	—	0,68	0,21	2,60	1,88
„ „ 6	0,51	0,25	3,83	0,72	0,98	3,63	—	4,79	—	—	0,83	0,19	2,61	1,99
„ „ 7	0,56	0,28	3,58	0,79	0,93	2,98	—	3,45	—	—	0,87	0,25	3,27	2,03
„ „ 8	0,55	0,25	2,90	1,38	0,90	2,79	—	3,37	—	—	0,81	0,37	3,25	1,92
„ „ 9	0,55	0,26	3.24	1,10	0,91	3,25	—	3,16	—	—	0,91	0,33	2,86	1,83
Zementstaub . .	0,55	0,28	3,37	0,93	0,47	3,58	—	3,71	—	0,87	1,39	0,26	2,66	0.92
Zinnoxyd . . .	Kein Zinn vorhanden					0,06 % Zinnoxyd vorhanden					0,05 % Zinnoxyd vorhanden			

Diese Untersuchungsergebnisse der Ernteerzeugnisse zeigen ebenfalls nicht die früher beobachtete Regelmässigkeit in den Beziehungen zwischen der Zusammensetzung des Flugstaubes und derjenigen der bestäubten Pflanzen. Bei dem in Bohnenblättern, Möhrenkraut und Gras nachgewiesenen Zinnoxyd dürfte es sich um mechanisch anheftende Reste des Bestäubungsmaterials handeln.

Im Jahre 1914 wurde Flugstaub Nr. 2 durch Gichtgasfilterstaub eines Eisenhochofens, über dessen Wirkung ein Urteil eingefordert war, ersetzt. Von jetzt an wurde die zum Bestäuben benutzte Flugstaubmenge auf 4 *g* für 1 *qm* ermässigt. Im übrigen blieb die bisherige Versuchsanordnung. Versuchspflanzen waren Gras, Sommergerste, Sommerweizen, Möhren. Die Versuchsergebnisse vom Gras liegen nicht vollständig vor. Nach der Bestäubung der übrigen Versuchspflanzen haben sich an den Blattorganen keine Veränderungen erkennen lassen; auch nach dem Bestäuben mit Zinnoxyd traten nur in der ersten Zeit vereinzelt Verfärbungen an den Blättern hervor. Die auf einer Versuchsparzelle erzielten Erträge waren folgende:

Bestäubungsmaterial	Körner	Stroh	Spreu	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)		
				Körner	Stroh	Spreu
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
				Gerste		
Unbestäubt	980	2560	310	—	—	—
Flugstaub Nr. 1 . . .	710	2640	300	— 270	+ 80	— 10
„ „ 3 . . .	830	1719	201	— 150	— 841	— 109
„ „ 4 . . .	900	1610	240	— 80	— 950	— 70
„ „ 5 . . .	940	1820	240	— 40	— 740	— 70
„ „ 6 . . .	860	2350	290	— 120	— 210	— 20

Bestäubungsmaterial	Körner	Stroh	Spreu	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)		
				Körner	Stroh	Spreu
	g	g	g	g	g	g
Flugstaub Nr. 7 . . .	840	2080	280	— 140	— 480	— 30
„ „ 8 . . .	730	2270	200	— 250	— 290	— 110
„ „ 9 . . .	730	2375	295	— 250	— 185	— 15
Gasfilterstaub	640	2355	305	— 340	— 205	— 5
Zementstaub	1080	2470	250	+ 100	— 90	— 60
Zinnoxyd	1000	2115	285	+ 20	— 445	— 25
			Weizen			
Unbestäubt	815	3510	125	—	—	—
Flugstaub Nr. 1 . . .	1120	3710	170	+ 305	+ 200	+ 45
„ „ 3 . . .	1050	3270	180	+ 235	— 240	+ 55
„ „ 4 . . .	1320	3200	180	+ 505	— 210	+ 55
„ „ 5 . . .	1060	3670	120	+ 245	+ 160	— 5
„ „ 6 . . .	1080	3950	120	+ 265	+ 440	— 5
„ „ 7 . . .	1000	3950	200	+ 185	+ 440	+ 75
„ „ 8 . . .	960	4040	150	+ 145	+ 530	+ 25
„ „ 9 . . .	1290	3680	180	+ 475	+ 170	+ 55
Gasfilterstaub	1180	3550	220	+ 365	+ 40	+ 95
Zementstaub	940	3580	130	+ 125	+ 70	+ 5
Zinnoxyd	1040	3830	130	+ 225	+ 320	+ 5

Bestäubungsmaterial	Möhren			
	Möhren	Kraut	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)	
			Möhren	Kraut
	g	g	g	g
Unbestäubt	40 500	17 000	—	—
Flugstaub Nr. 1	31 500	11 600	— 9 000	— 5400
„ „ 3	28 500	12 900	— 12 000	— 4100
„ „ 4	31 500	11 600	— 9 000	— 5400
„ „ 5	35 500	12 500	— 5 000	— 4500
„ „ 6	36 000	13 000	— 4 500	— 4000
„ „ 7	36 500	14 500	— 4 000	— 2500
„ „ 8	34 000	14 400	— 6 500	— 2600
„ „ 9	33 500	12 800	— 7 000	— 4200
Gasfilterstaub	37 000	16 300	— 3 500	— 700
Zementstaub	38 000	15 000	— 2 500	— 2000
Zinnoxyd	36 500	15 500	— 4 000	— 1500

Hier tritt die ertragsvermindernde Wirkung der Bestäubung bei Gerste und im Gegensatz zu dem vorjährigen Versuchsergebnis auch bei Möhren überall deutlich hervor; dagegen ist der Weizen nicht geschädigt worden. Bei den ersteren Pflanzen sind aber Beziehungen zwischen dem Grade der Beschädigung und der Zusammensetzung der Flugstaubproben

nicht zu erkennen. Fast möchte es scheinen, als ob es sich bei der schädlichen Wirkung bei Gerste und Möhren nicht um eine unmittelbare Einwirkung der Flugstaubbestandteile auf die Blattorgane gehandelt habe, sondern um eine indirekte Wirkung, die bei Gerste und Möhren um so stärker war, je mehr Staub den Pflanzen anhaftete.

Die Untersuchung der Ernteerzeugnisse ist mit Rücksicht auf die bisherigen Ergebnisse eingeschränkt worden; sie hat auf sandfreie Trockensubstanz berechnet folgende Zahlen ergeben:

Bestäubungsmaterial	Kieselsäure %	Kalk %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Kalk %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Kalk %	Schwefelsäure %
	Gerstenkörner			Gerstenstroh			Gerstenspreu		
Unbestäubt	0,82	0,33	0,81	1,21	0,22	0,24	1,33	3,23	0,77
Flugstaub Nr. 1	0,53	0,04(?)	0,69	1,19	0,61	1,09	2,59	3,07	0,38
„ „ 3	0,17	0,57	0,74	1,14	0,82	0,84	3,23	2,90	0,45
„ „ 4	0,38	0,22	0,30	1,29	0,59	0,77	4,09	2,68	0,55
„ „ 5	0,48	0,34	0,19	1,30	0,77	0,86	5,13	3,15	0,62
„ „ 6	0,64	0,28	0,24	1,55	0,82	1,37	3,10	3,79	0,46
„ „ 7	0,60	0,29	0,58	2,07	0,62	0,89	4,65	4,12	0,49
„ „ 8	0,53	0,29	0,25	1,32	0,75	0,87	4,91	3,28	0,44
„ „ 9	0,46	0,22	0,25	1,31	0,70	1,29	5,36	3 53	0,45
Gasfilterstaub	0,64	0,57	0,84	1,19	0,41	0.44	1,11	2,28	0,66
Zementstaub	0,61	0,56	0,83	1,13	0,16	0,40	1,07	2,52	0,37
Zinnoxyd	Kein Zinn			Kein Zinn			Kein Zinn		
	Weizenkörner			Weizenstroh			Weizenspreu		
Unbestäubt	0,27	0,17	0,06	3,55	0,67	0,35	12,08	1,28	0,45
Flugstaub Nr. 1	0,15	0,06	0,02	5,96	0,83	0,47	10,66	0,76	0,29
„ „ 3	0,15	0,06	0.03	5,96	0,75	0,40	8,18	0,85	0,36
„ „ 4	0,20	0,17	0,07	3,80	1,37	0,45	10,63	0,92	0,33
„ „ 5	0,08	0,22	0,07	5,84	1,24	0,51	12,92	0,62	0,34
„ „ 6	0,07	0,06	0,07	4,98	0,92	0,44	12,99	0,71	0,29
„ „ 7	0,14	0,22	0,09	3,63	0,74	0,46	12,24	1,03	0,39
„ „ 8	0,05	0,11	0,06	4,90	1,27	0,49	9,71	1,01	0.39
„ „ 9	1,02(?)	0,11	0,06	4,26	1,19	0,52	11,01	1,06	0,41
Gasfilterstaub	0,19	0,17	0,06	7,31	1,26	0,47	8,00	1,66	0,27
Zementstaub	0,16	0,06	0,03	6,52	1,31	0,41	9,11	1,21	0,40
Zinnoxyd	Kein Zinn			Kein Zinn			Kein Zinn		

Bestäubungsmaterial	Möhren			Möhrenkraut		
	Kieselsäure %	Kalk %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Kalk %	Schwefelsäure %
Unbestäubt	—	0,50	0,51	1,35	4,48	2,65
Flugstaub Nr. 1	—	0,79	0,69	1,69	4,31	2,58
„ „ 3	—	0,67	0,44	3,18	4,07	2.46
„ „ 4	—	0,62	0,54	3,53	4,48	2,59

Bestäubungsmaterial	Möhren			Möhrenkraut		
	Kieselsäure %	Kalk %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Kalk %	Schwefelsäure %
Flugstaub Nr. 5 . . .	—	0,68	0,65	2,00	3,65	2,58
" " 6 . . .	—	0,57	0,57	1,32	4,21	1,68
" " 7 . . .	—	0,56	0,33	2,19	4,47	2,54
" " 8 . . .	—	0,57	0,35	1,66	4,55	2,45
" " 9 . . .	—	0,55	0,52	1,58	4,27	2,26
Gasfilterstaub	—	0,56	0,51	1,50	4,39	2,16
Zementstaub	—	0,57	0,51	2,02	5,71	2,52
Zinnoxyd		Kein Zinn			Kein Zinn	

Auch hier lassen sich regelmässige Beziehungen zwischen der Zusammensetzung der Pflanzen und derjenigen des Flugstaubes nicht feststellen. Eine Einwirkung des Flugstaubes auf die Zusammensetzung der Pflanzen tritt in mehr oder minder hohem Grade am deutlichsten noch in der Zunahme der bestäubten Pflanzen an Kieselsäure hervor. Bei der Zusammensetzung des zum Bestäuben verwendeten Flugstaubes kann dieses Ergebnis nicht besonders überraschen. Zwar ist auch die Ernte der späteren Versuche noch untersucht worden; das Ergebnis ist aber im allgemeinen dasselbe wie bisher gewesen. Deshalb soll davon abgesehen werden, bei den folgenden Versuchen noch weiter das gesamte Material der analytischen Ernteuntersuchungen mitzuteilen; vielmehr will ich mich darauf beschränken, Abweichungen oder Besonderheiten aus diesen Versuchen bei der Besprechung derselben kurz hervorzuheben.

Im Jahre 1915 wurde Zinnoxydstaub durch Kupferstaub, der sich als Flugasche in den Kanälen der Raffinieröfen einer Kupferhütte abgelagert hatte, ersetzt. In der Nachbarschaft dieser Kupferhütte wurde sehr über die Beschädigung der Vegetation geklagt. Wenn auch nach meiner Auffassung diese Schäden in erster Linie durch die ebenfalls aus der Kupferhütte entweichende schwefelige Säure hervorgerufen werden, so war doch bei der grossen Schädlichkeit wasserlöslicher Kupferverbindungen für das Pflanzenwachstum nicht ausgeschlossen, dass der kupferhaltige Flugstaub bei der Schädigung mitwirkte, denn die Überführung der Kupferverbindungen des Flugstaubes in eine wasserlösliche Form bei der Ablagerung im Boden war nicht ausgeschlossen. Versuchspflanzen waren Weizen, Hafer, Möhren, Futterrunkelrüben. Der Weizen wurde kurz vor der Reife geerntet. In den Hafer wurde Rotklee gesäet. Die Entwicklung der Pflanzen war auf allen Versuchsparzellen eine normale; auf den oberirdischen Organen waren keine Merkmale einer Einwirkung des Flugstaubes nachzuweisen. Die auf den einzelnen Versuchsparzellen erzielten Erträge waren folgende:

Bestäubungsmaterial	Weizen		Hafer					
	Gesamt-Ertrag	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)	Körner	Stroh	Spreu	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)		
						Körner	Stroh	Spreu
	g	g	g	g	g	g	g	g
Unbestäubt .	23 200	—	930	1200	430	—	—	—
Flugstaub Nr. 1	23 000	— 200	1120	1100	620	+ 190	— 100	+ 190
„ „ 3	25 000	+ 1800	1130	1500	630	+ 200	+ 300	+ 200
„ „ 4	27 000	+ 3800	870	1200	470	— 60	± 0	+ 40
„ „ 5	27 000	+ 3800	1080	1400	680	+ 150	+ 200	+ 150
„ „ 6	27 200	+ 4000	870	1400	430	— 60	+ 200	± 0
„ „ 7	25 000	+ 1800	1160	1300	660	+ 230	+ 100	+ 230
„ „ 8	25 000	+ 1800	900	1800	550	+ 20	+ 600	+ 120
„ „ 9	21 000	— 2200	1180	1500	680	+ 250	+ 300	+ 250
Gasfilterstaub	28 000	+ 4800	1050	1200	750	+ 120	± 0	+ 320
Zementstaub .	22 000	— 1200	870	1200	430	— 60	± 0	± 0
Kupferstaub .	17 000	— 6200	820	1000	180	— 110	— 200	— 250

Bestäubungsmaterial	Möhren				Runkelrüben			
	Möhren	Kraut	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)		Rüben	Kraut	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)	
			Möhren	Kraut			Rüben	Kraut
	g	g	g	g	g	g	g	g
Unbestäubt . .	32 080	14 000	—	—	24 640	7 000	—	—
Flugstaub Nr. 1	25 400	12 500	— 6480	— 1500	30 540	8 500	+ 5900	+ 1500
„ „ 3	22 570	8 500	— 9510	— 5500	37 220	8 000	+ 12580	+ 1000
„ „ 4	21 810	7 500	— 10270	— 6500	26 890	8 800	+ 2250	+ 1800
„ „ 5	25 760	10 700	— 6310	— 3300	33 650	9 000	+ 9010	+ 2000
„ „ 6	28 190	14 000	— 3890	± 0	39 320	8 000	+ 14680	+ 1000
„ „ 7	30 000	13 000	— 2080	— 1000	36 280	8 500	+ 11640	+ 1500
„ „ 8	30 780	14 500	— 1300	+ 500	27 110	7 700	+ 2470	+ 700
„ „ 9	26 940	12 000	— 5140	— 2000	43 330	12 000	+ 18690	+ 5000
Gasfilterstaub .	29 000	11 500	— 3080	— 2500	33 650	9 500	+ 9010	+ 2500
Zementstaub . .	25 370	11 500	— 6710	— 2500	42 210	11 100	+ 17570	+ 4000
Kupferstaub . .	27 790	10 000	— 4290	— 4000	40 870	11 400	+ 16230	+ 4400

Die Bestäubung mit Kupferstaub hat nur bei Runkelrüben nicht ertragsvermindernd gewirkt, dagegen ist der Ertragsausfall bei Weizen und Möhren nicht unerheblich. Auffällig ist, dass bei Möhren überall in allen Versuchsreihen durch die Bestäubung eine Schädigung des Ertrages herbeigeführt worden ist, während bei Runkelrüben die Bestäubung zum Teil eine nicht unerhebliche Ertragssteigerung zur Folge gehabt hat. Die chemische Untersuchung hat im allgemeinen die früheren Ergebnisse bestätigt. Bei den mit Kupferstaub bestäubten Pflanzen liess sich nur im Möhrenkraut und in den Runkelrübenblättern Kupfer qualitativ nachweisen; ich möchte zunächst annehmen, dass es hierbei um Kupfer aus dem diesen oberirdischen Organen noch mechanisch anhaftenden Staub gehandelt hat.

Der in den Hafer gesäete Klee ging lückig auf; durch Neueinsaat nach dem Abernten des Hafers wurde zwar zunächst ein gleichmässig dichter Stand erreicht, jedoch zeigten sich im Frühjahr 1916 wieder so viele Fehlstellen, dass auf Klee als Versuchspflanze verzichtet werden musste; es wurde deshalb der Klee im Frühjahr 1916 eingegraben und später Möhren eingesäet. Nach Weizen folgte im Herbst 1915 Roggen und nach Runkelrüben Weizen. Roggen und Weizen wurden bald nach dem Aufgange bereits im Herbst 1915 bestäubt, diese Bestäubung nachher vom Dezember bis März unterbrochen und dann weiter fortgesetzt. Als 4. Versuchsfrucht dienten Bohnen. Statt des Gasfilterstaubes wurde jetzt wieder Flugstaub Nr. 2 verwendet. Von jetzt ab wurden auf 1 *qm* Versuchsfläche 1,25 *g* Flugstaub gebracht. Die Entwicklung der Pflanzen verlief im allgemeinen ohne Störung; nur die Bohnen gingen nicht gleichmässig auf und standen nachher etwas lückig, obwohl das Wachstum der aufgegangenen Pflanzen gut war. Der Weizen wurde wieder kurz vor der Reife geerntet. Die Erträge waren für je eine Parzelle folgende:

Bestäubungsmaterial	Weizen		Roggen			
	Gesamt-Ertrag	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)	Körner	Stroh und Spreu	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—) Körner	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—) Stroh und Spreu
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Unbestäubt . . .	22 900	—	510	1760	—	—
Flugstaub Nr. 1 .	32 400	+ 9 500	670	2600	+ 160	+ 840
„ „ 2 .	27 300	+ 4 400	670	2020	+ 160	+ 260
„ „ 3 .	25 900	+ 3 000	810	2890	+ 300	+ 1130
„ „ 4 .	25 900	+ 3 000	780	2300	+ 270	+ 540
„ „ 5 .	28 500	+ 5 600	770	2180	+ 260	+ 420
„ „ 6 .	23 500	+ 600	870	2200	+ 360	+ 440
„ „ 7 .	34 800	+ 11 900	680	1860	+ 170	+ 100
„ „ 8 .	22 800	— 100	760	2140	+ 250	+ 380
„ „ 9 .	25 600	+ 2 700	670	2020	+ 260	+ 260
Zementstaub . . .	29 200	+ 6 300	670	2030	+ 160	+ 270
Kupferstaub . . .	27 000	+ 4 100	640	2020	+ 130	+ 260

(Siehe die obere Tabelle Seite 304.)

Die beiden Wintergetreide haben sich als widerstandsfähig erwiesen. Möhren haben auch hier wieder in den meisten Fällen gelitten. Letzteres tritt noch mehr bei den Bohnen hervor; allerdings muss hier dahingestellt bleiben, ob hier nicht zum Teil der Ertragsausfall auf den lückigen Aufgang und Stand der Pflanzen zurückzuführen ist. In dem Weizen, Roggenstroh, Möhrenkraut und in den Bohnenblättern wurde Kupfer qualitativ in Spuren nachgewiesen; diese geringen Kupfermengen rühren auch hier möglicherweise aus dem Bestäubungsmaterial her, das den bestäubten oberirdischen Pflanzenorganen mechanisch angehaftet hat. Im übrigen gaben die Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Ernteerzeugnisse keine Veranlassung zu einer Ergänzung der früheren Ausführungen hierüber.

Bestäubungsmaterial	Möhren				Bohnen					
	Möhren	Kraut	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)		Bohnen	Bohnenschoten	Stengel und Blätter	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)		
			Möhren	Kraut				Bohnen	Bohnenschoten	Stengel und Blätter
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Unbestäubt . .	650	250	—	—	565	960	450	—	—	—
Flugstaub Nr. 1	650	320	± 0	+ 70	155	250	155	— 410	— 710	— 295
„ „ 2	870	275	+ 220	+ 25	280	460	280	— 285	— 500	— 170
„ „ 3	650	160	± 0	— 90	550	940	550	— 15	— 20	+ 100
„ „ 4	430	270	— 220	+ 20	630	1020	630	+ 65	+ 60	+ 180
„ „ 5	570	230	— 80	— 20	400	680	400	— 165	— 280	— 50
„ „ 6	630	270	— 20	+ 20	380	640	380	— 185	— 320	— 70
„ „ 7	630	450	— 20	+ 200	360	590	360	— 205	— 370	— 90
„ „ 8	1030	195	+ 380	— 55	360	610	360	— 205	— 350	— 90
„ „ 9	510	270	— 140	+ 20	590	980	590	+ 35	+ 20	+ 140
Zementstaub . .	850	230	+ 200	— 20	630	1050	590	+ 65	+ 90	+ 140
Kupferstaub . .	950	280	+ 300	+ 30	410	670	410	— 155	— 290	— 40

Im Herbst 1916 wurden Winterweizen und Roggen ausgesäet und zunächst wie im Vorjahre behandelt. Im Frühjahr 1917 stand der Weizen sehr lückig; er wurde deshalb umgegraben; die Parzellen wurden nachher mit Zuckerrüben bestellt. Weiter wurden im Jahre 1917 noch Bohnen und Futterrunkelrüben als Versuchsfrüchte angebaut. Aufgang und Entwicklung der Pflanzen verliefen gleichmässig und ohne Störung. Die Erträge waren für je eine Parzelle folgende:

Bestäubungsmaterial	Roggen						Bohnen					
	Körner	Stroh	Spreu	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)			Bohnen	Schoten	Blätter und Stengel	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)		
				Körner	Stroh	Spreu				Körner	Stroh	Spreu
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Unbestäubt .	736	1120	144	—	—	—	700	370	165,5	—	—	—
Flugstaub Nr. 1 .	802	1230	154	+ 68	+ 110	+ 10	570	280	174,5	— 130	— 90	+ 9,0
„ „ 2 .	710	1010	116	— 26	— 110	— 28	840	420	225,0	+ 140	+ 50	+ 59,5
„ „ 3 .	705	900	105	— 31	— 220	— 39	600	310	197,0	— 100	— 60	+ 31,5
„ „ 4 .	790	1170	170	+ 54	+ 50	+ 26	680	330	224,5	— 20	— 40	+ 59.0
„ „ 5 .	875	1250	77	+ 139	+ 130	— 67	350	175	144,5	— 350	— 195	— 21,0
„ „ 6 .	723	1140	157	— 14	+ 20	+ 13	640	415	318,5	— 60	+ 45	+ 153,0
„ „ 7 .	868	1180	95	+ 132	+ 60	— 49	765	350	260,5	+ 65	— 20	+ 95.0
„ „ 8 .	586	990	91	— 150	— 130	— 53	470	225	164,0	— 230	— 145	— 1.5
„ „ 9 .	740	1000	82	+ 4	— 120	— 62	485	230	106 0	— 215	— 140	— 59.5
Zementstaub .	588	1030	176	— 148	— 90	+ 32	715	320	68,5	+ 15	— 50	— 97.0
Kupferstaub .	790	1130	161	+ 54	+ 10	+ 17	700	400	212,5	± 0	+ 30	+ 47.0

Bestäubungs-material	Zuckerrüben				Runkelrüben			
	Rüben	Laub	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)		Rüben	Laub	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)	
			Rüben	Laub			Rüben	Laub
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Unbestäubt . .	18 180	19 200	—	—	28 400	7 800	—	—
Flugstaub Nr. 1	19 400	18 550	+ 1220	— 650	31 600	8 200	+ 3200	+ 400
„ „ 2	22 300	23 500	+ 4120	+ 4300	33 750	8 400	+ 5350	+ 600
„ „ 3	17 500	15 450	— 680	— 6750	33 000	8 700	+ 4600	+ 900
„ „ 4	16 650	19 700	— 1530	+ 500	36 150	8 500	+ 7750	+ 700
„ „ 5	18 500	19 500	+ 320	+ 300	35 350	10 000	+ 6950	+ 2200
„ „ 6	17 700	22 700	— 480	+ 3500	31 650	8 100	+ 3250	+ 300
„ „ 7	17 500	19 500	— 680	+ 300	33 700	10 050	+ 5300	+ 2250
„ „ 8	18 000	19 400	— 180	+ 200	40 200	9 600	+ 11800	+ 1800
„ „ 9	16 200	17 500	— 1980	— 1700	38 000	10 050	+ 9600	+ 2250
Zementstaub . .	17 900	16 550	— 280	— 2650	41 400	10 500	+ 13000	+ 2700
Kupferstaub . .	17 300	16 650	— 880	— 2550	34 600	9 050	+ 6200	+ 1250

In diesem Versuch ist der Roggen durch die Bestäubung stärker im Ertrag beeinträchtigt worden, als im Vorjahre. Bei Bohnen ist das Bild ähnlich wie früher. Der Ertrag der Runkelrüben ist ebenso wie im Vorjahre auch jetzt wieder durch die Bestäubung nicht beeinträchtigt worden, dagegen ist bei Zuckerrüben in den meisten Fällen nach der Bestäubung ein Ertragsausfall eingetreten. Die chemische Untersuchung der Ernteerzeugnisse hat die früheren Feststellungen bestätigt.

Hiermit waren die Versuche im wesentlichen abgeschlossen. Im folgenden Jahre 1918 wurde die ganze Versuchsfläche mit Erbsen bestellt, so dass die einzelnen Parzellen vervierfacht wurden. Dadurch kam es, dass auf dieselben Parzellen nicht mehr derselbe Flugstaub kam, wodurch die Gleichmässigkeit in der Anlage der Versuche gestört wurde. Wenn es auch nicht sehr wahrscheinlich ist, dass hierdurch der Ertrag beeinträchtigt worden ist, so muss darauf doch hingewiesen werden. Aufgang und Entwicklung der Erbsen war gleichmässig und gut. Äussere Merkmale einer Schädigung traten an den Pflanzen nicht hervor. Die Erträge waren auf den jetzt 15 *qm* grossen Parzellen folgende:

(Siehe die Tabelle Seite 306.)

Der Ertrag ist auf den meisten Parzellen durch die Bestäubung beeinträchtigt worden. Die chemische Untersuchung der Ernteerzeugnisse ergibt eine Bestätigung der Feststellungen der vorhergehenden Versuchsjahre.

Diese in den Jahren 1912—1918 ausgeführten Versuche lassen nicht ein so eindeutiges Urteil über die Beeinflussung des Wachstums der Pflanzen durch das Bestäuben mit Flugstaub zu, wie dieses bei den früheren Versuchen der Fall gewesen ist. Die Ursache dafür dürfte einmal in der Beschaffenheit und Zusammensetzung des Bestäubungsmaterials zu suchen sein; dieses enthält fast durchweg in dem ursprünglichen Zustande nur wenig wasserlösliche Verbindungen. Daraus erklärt sich auch, dass die Zusammen-

Bestäubungsmaterial	Erbsen					
	Körner	Stroh	Spreu	Gegenüber unbestäubt mehr (+) oder weniger (—)		
				Körner	Stroh	Spreu
	g	g	g	g	g	g
Unbestäubt	2900	4050	900	—	—	—
Flugstaub Nr. 1 . . .	3800	5400	1000	+ 900	+ 1350	+ 100
„ „ 2 . . .	2000	4400	1700	— 900	+ 350	+ 800
„ „ 3 . . .	2700	4600	900	— 200	+ 550	± 0
„ „ 4 . . .	2250	4700	1050	— 650	+ 650	+ 150
„ „ 5 . . .	5500	5150	750	+ 2600	+ 1100	— 150
„ „ 6 . . .	5000	4850	800	+ 2100	+ 800	— 100
„ „ 7 . . .	2600	4200	1800	— 300	+ 150	+ 900
„ „ 8 . . .	2150	4400	2350	— 750	+ 350	+ 1450
„ „ 9 . . .	2300	3900	1500	— 600	— 150	+ 600
Zementstaub	2550	3700	1250	— 350	— 350	+ 350
Kupferstaub	3850	5000	1550	+ 950	+ 950	+ 650

setzung der bestäubten Pflanzen nur vereinzelt einen Rückschluss auf die Art des Bestäubungsmaterials gestattet, wie dieses nach den früheren Untersuchungen und Versuchen in grösserem Maſse angenommen werden konnte. Auch die früher beobachtete Zunahme der Kieselsäure in den bestäubten Pflanzen ist jetzt nicht so allgemein. Dieses Ergebnis dürfte um so mehr überraschen, als die durch die Bestäubung hervorgerufenen Ertragsverminderungen in weit grösserem Maſse festgestellt wurden, als dieses früher der Fall gewesen ist. Sodann dürften die Abweichungen von den früheren Ergebnissen auch zum Teil darin begründet sein, dass die Versuchsausführung eine andere gewesen ist, indem früher einige wenige Bestäubungen mit sehr starken Flugstaubmengen vorgenommen wurden, während jetzt öftere Bestäubungen mit kleineren Mengen Flugstaub stattfanden. In jedem Felde hatte diese letztere Art der Bestäubung zur Folge, dass, worauf ich nachher noch zurückkomme, Ätzungen oder sonstige Beschädigungen der Blattorgane nicht eintreten. Bei der Beurteilung von Beschädigungen durch Flugstaub wird man daher zu beachten haben, ob es sich um vereinzelten Ausstoss grosser Flugstaubmengen oder um regelmässig wiederkehrende Bestäubung mit kleineren Flugstaubmengen handelt. Die nachfolgende Übersicht giebt ein Bild dieser Wirkung der verschiedenen Flugstaubproben auf die einzelnen Versuchspflanzen; Ertragsminderungen sind mit n (negativ), Ertragssteigerungen mit p (positiv) bezeichnet und da, wo dass Ergebniss einen sicheren Schluss nicht zuliess, weil die Erträge der Erntebestandteile teils negativ und teils positiv waren und sich nicht ein Übergewicht der einen Seite deutlich hervorhob, ist ein Fragezeichen eingefügt.

Bestäubungsmaterial	1912		1913				1914			1915				1916				1917				1918
	Hafer	Bohnen	Hafer	Bohnen	Möhren	Gras	Weizen	Gerste	Möhren	Weizen	Hafer	Möhren	Runkelrüben	Weizen	Roggen	Möhren	Bohnen	Roggen	Bohnen	Zuckerrübe	Runkelrüben	Erbsen
1. Aus der Kohlenheizung eines Eisenwerkes	n	n	?	n	p	p	p	n	n	n	p	n	p	p	p	?	n	p	n	p	p	p
2. „ „ Hochofengasfeuerung eines Eisenwerkes	n	n	?	n	p	?	—	—	—	—	—	—	—	p	p	p	n	n	p	p	p	n
3. „ „ Kohlenfeuerung einer chemischen Fabrik	n	n	p	n	p	?	?	n	n	p	p	n	p	p	p	n	n	n	n	n	p	n
4. „ „ Braunkohlenfeuerung einer chemischen Fabrik	n	n	p	n	p	p	p	n	n	p	n	n	p	p	p	n	p	p	n	n	p	n
5. Flugasche aus einer chemischen Fabrik	n	n	p	n	p	p	p	n	n	p	p	n	p	p	p	n	n	p	n	p	p	p
6. Desgleichen	n	n	p	?	?	n	p	n	n	p	p	n	p	p	p	?	n	?	n	n	p	p
7. Aus der Braunkohlenfeuerung	n	n	p	p	p	p	p	n	n	p	p	n	p	p	p	p	n	p	p	n	p	n
8. Desgleichen	n	n	p	?	p	p	p	n	n	p	p	n	p	n	p	p	n	n	n	n	p	n
9. Flugasche eines Braunkohlenwerkes	n	n	n	p	p	p	p	n	n	n	p	n	p	p	p	n	p	n	n.	n	p	n
10. Gichtgasfilterstaub eines Eisenhochofens	—	—	—	—	—	—	p	n	n	p	p	n	p	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zementstaub	—	—	p	p	p	p	p	?	n	n	n	n	p	p	p	p	p	n	?	n	p	n
Zinnoxydstaub	—	—	?	p	p	p	p	n	n	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aus den Kanälen der Raffinieröfen einer Kupferhütte	—	—	—	—	—	—	—	—	—	n	n	n	p	p	p	p	n	p	p	n	p	p

Diese Zusammenstellung zeigt, wie alle Flugstaube in ihrer Wirkung wechseln, dass sie auf die verschiedenen Versuchspflanzen verschieden wirken, aber auch in den einzelnen Versuchsjahren auf dieselbe Pflanze nicht dieselbe Wirkung ausüben. Dass die einzelnen Flugstaube in ihrer Wirkung verschieden sind, erklärt sich ohne weiteres aus der verschiedenen Art und Zusammensetzung der Flugstaube. Die Wirkung der einzelnen Flugstaube auf die verschiedenen Versuchspflanzen tritt noch deutlicher in der nachfolgenden Tabelle hervor, in der n und p dieselbe Bedeutung wie vorher haben; die Jahreszahl soll das Jahr angeben, in dem die n- oder p-Wirkung beobachtet wurde; die Ergebnisse, die nicht deutlich nach der einen oder anderen Seite zeigten (= ? in der vorhergehenden Tabelle) sind hier ausser Acht gelassen.

(Siehe Tabelle S. 309.)

Wir erkennen daraus, dass Weizen in geringem Grade und noch weniger Runkelrüben und Gras durch die Bestäubung gelitten haben und in ihrem Ertrage beeinträchtigt worden sind. Das Ergebnis mit Runkelrüben weicht von demjenigen mit Zuckerrüben wesentlich ab; hier tritt eine Benachteiligung des Ertrages in der Mehrzahl der Fälle hervor, und zwar in demselben Jahr, so dass die äusseren Verhältnisse (Witterung usw.) für beide Pflanzen dieselben sind; allerdings handelt es sich bei Zuckerrüben nur um ein Versuchsjahr. Nach den mitgeteilten Ernteergebnissen ist die Laubentwicklung bei den Zuckerrüben eine auffallend starke und erheblich grössere gewesen, als bei den Runkelrüben; vielleicht liegt darin die Erklärung für die unterschiedliche Wirkung bei diesen beiden Pflanzen, indem der Staub auf den Blättern der Zuckerrüben länger haftete. Letztere Vermutung ist auch bereits für die blattreicheren Bohnen ausgesprochen worden, die mit einigen Ausnahmen fast in allen Versuchsreihen nach der Bestäubung im Ertrage zurückgeblieben sind. Auch Erbsen haben in den meisten Versuchsreihen gelitten. Von den geprüften Getreidearten ist besonders bei der Gerste durch die Bestäubung der Ertrag beeinträchtigt worden, indem hier alle Flugstaube, mit Ausnahme von Zement, dessen Wirkung unentschieden geblieben ist, nachteilig gewirkt haben. Zwar handelt es sich nur um ein Versuchsjahr; aber das für alle Versuchsreihen übereinstimmende Ergebnis lässt doch annehmen, dass Gerste besonders empfindlich zu sein scheint. Roggen und Hafer stehen zwischen Weizen und Gerste. Bei Roggen hat in dem einen Jahr kein Flugstaub nachteilig gewirkt, während in dem anderen Jahre der eine Flugstaub günstig, der andere ungünstig gewirkt hat. Bei Hafer tritt in einem Jahre bei allen Flugstauben eine ungünstige Wirkung hervor, in den beiden anderen Versuchsjahren ist dementgegen eine solche nachteilige Beeinflussung des Wachstums des Hafers nur vereinzelt festzustellen. Bei Möhren tritt in dem einen Jahre überall eine günstige Wirkung hervor, während in den anderen Jahren die Ertragsverminderung durch die Bestäubung überwiegt.

Wenn wir die Ergebnisse der Bestäubung mit demselben Flugstaub in den einzelnen Versuchsjahren miteinander vergleichen, so erkennen wir,

Fruchtart	Flugstaub 1		Flugstaub 2		Flugstaub 3		Flugstaub 4		Flugstaub 5		Flugstaub 6		Flugstaub 7		Flugstaub 8		Flugstaub 9		Gasfilterstaub 10		Zementstaub		Zinnoxydstaub		Kupferstaub	
	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p
Weizen	—	1914	—	—	—	—	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	—
	1915	—	—	—	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	1915	—	—	1915	1915	—	—	—	1915	—
	—	1916	—	1916	—	1916	—	1916	—	1916	—	1916	—	1916	1916	—	—	1916	—	—	—	1916	—	—	—	1916
Roggen	—	1916	—	1916	—	1916	—	1916	—	1916	—	1916	—	1916	—	1916	—	1916	—	—	—	1916	—	—	—	1916
	—	1917	1917	—	1917	—	—	1917	—	1917	—	—	—	1917	1917	—	1917	—	—	—	1917	—	—	—	—	1917
Gerste	1914	—	—	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	—	—	1914	—	—	—
Hafer	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	1913	—	1913	—	1913	—	1913	—	1913	—	1913	1913	—	—	—	—	1913	—	—	—	—
	—	1915	—	—	—	1915	1915	—	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	1915	—	—	—	1915	—
Bohnen	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	1912	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1913	—	—	—	1913	—	1913	—	1913	—	—	—	—	1913	—	—	—	1913	—	—	—	1913	—	1913	—	—
	1916	—	1916	—	1916	—	—	1916	1916	—	1916	—	1916	—	1916	—	—	1916	—	—	—	1916	—	—	1916	—
	1917	—	—	1917	1917	—	1917	—	1917	—	1917	—	—	1917	1917	—	1917	—	—	—	—	—	—	—	—	1917
Erbsen	—	1918	1918	—	1918	—	1918	—	—	1918	—	1918	1918	—	1918	—	1918	—	—	—	1918	—	—	—	—	1918
Möhren	—	1913	—	1913	—	1913	—	1913	—	1913	—	—	—	1913	—	1913	—	1913	—	—	—	1913	—	1913	—	—
	1914	—	—	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	1914	—	—	—
	1915	—	—	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	—	—	1915	—
	—	—	—	1916	1916	—	1916	—	1916	—	—	—	—	1916	—	1916	1916	—	—	—	—	1916	—	—	—	1916
Runkelrüben	—	1915	—	—	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	1915	—	—	—	1915
	—	1917	—	1917	—	1917	—	1917	—	1917	—	1917	—	1917	—	1917	—	1917	—	—	—	1917	—	—	—	1915
Zuckerrüben	—	1917	—	1917	1917	—	1917	—	—	1917	1917	—	1917	—	1917	—	1917	—	—	—	1917	—	—	—	1917	—
Gras	—	1913	—	—	—	—	—	1913	—	1913	1913	—	—	1913	—	1913	—	1913	—	—	—	1913	—	1913	—	—

dass die Wirkungen in den verschiedenen Jahren nicht immer dieselben gewesen sind. So hat Flugstaub 1 bei Weizen in den Jahren 1914 und 1916 günstig, 1915 aber nachteilig gewirkt; bei Hafer und ebenso bei Möhren zeigen sich ähnliche Werte, dagegen hat dieser Flugstaub bei Roggen und Runkelrüben in beiden Jahren, bei Zuckerrüben und Gras in dem einen Versuchsjahr, den Ertrag erhöht, bei Bohnen in allen 4 Versuchsjahren ertragvermindernd gewirkt. Ähnliche Unterschiede finden sich auch bei den anderen Flugstauben; die letzte übersichtliche Tabelle zeigt diese Abweichungen in den einzelnen Jahren deutlich, so dass es sich erübrigt, diese hier noch im einzelnen auseinanderzusetzen. Die Zusammensetzung der Flugstaube ist so verschieden und entsprechen die Mehr- oder Mindererträge so wenig der wechselnden Zusammensetzung, indem diese je nach dem Vorwalten der einen oder anderen Verbindung in dem Flugstaub zu- oder abnehmen, dass die Ursache für die Abweichungen der Erträge in den einzelnen Jahren nicht in der Beschaffenheit der Flugstaube gesehen werden kann. Hierfür kommt m. E. in erster Linie in Frage, ob der Flugstaub längere oder kürzere Zeit auf den Pflanzen gelagert hat. Leider liegen hierüber aus der Versuchszeit keine Aufzeichnungen vor; ich hatte mich darauf beschränkt, feststellen zu lassen, ob nach dem Bestäuben Verfärbungen der Blattorgane eingetreten waren und, da diese ausser nach Zinnoxyd nicht beobachtet worden, nicht weiter beachtet, ob der Staub bzw. wielange er auf den Blättern lagerte. Hierfür wird bestimmend gewesen sein, ob der Staub durch Regen bald nach dem Aufbringen wieder abgespült worden ist. Ein Vergleich der in den in Frage kommenden Monaten gefallenen Regenmengen mit den Versuchsergebnissen gibt aber keine sicheren Unterlagen für einen solchen Schluss; wenn sich in einzelnen Fällen auch feststellen lässt, dass die geringere Schädigung mit dem stärkeren Regenfall zusammenfällt, so kann man in den weitaus meisten Versuchen solche Beziehungen nicht erkennen. Auch lag die Vermutung nahe, dass bei stärkerer Sonnenwirkung auf die bestäubten Pflanzen sich hier Ätzwirkungen zeigen würden oder diese doch zu Ertragsschädigungen führen könnten. Hieran war besonders bei den stark alkalischen Flugstauben, besonders auch beim Zement zu denken. Ein Vergleich der Sonnenbrennstunden mit den Versuchsergebnissen liefert uns keinen Beweis für diese Vermutung. Ich sehe deshalb auch davon ab, die hier festgestellten Werte für die Sonnenscheindauer, Niederschlagsmenge und Regentage der Versuchsjahre 1912—1918 mitzuteilen und mit den Versuchsergebnissen im einzelnen in Vergleich zu stellen.

Nach den Ergebnissen der früheren Versuche kommen als schädigende Bestandteile im Flugstaub in erster Linie Sulfide, weniger Natriumsulfat in Frage; wahrscheinlich spielt hier auch die Alkalität des Bestäubungsmaterials eine Rolle und ist diese besonders beim Zement zu beachten. Zwar lassen sich genaue Beziehungen zwischen der Alkalität des Flugstaubes und der Grösse des Minderertrages nicht erkennen, da verschiedene Ursachen für die Ertragsverminderung vorliegen; dass aber die Alkalität

dabei mitspricht, darf angenommen werden; sie wird besonders beim Zement in Frage kommen können, wenn das Wetter die Wirkung des Zementes begünstigt. Wenn sich eine schädigende Wirkung in den jetzigen Versuchen nicht ebenso wie früher durch Ätzwirkungen auf den Blättern anzeigte, so liegt der Grund für diese Abweichung in der Anwendung verschieden grosser Mengen; bei den früheren Versuchen, die solche Ätzwirkungen ergaben, wurden 50—200 *g* Flugstaub auf 1 *qm* Versuchsfläche verwendet, heute nur 1,25—10 *g* bei jeder einzelnen Bestäubung. Nur bei Zinnoxyd stellten sich, wie schon erwähnt wurde, auch jetzt bei den grösseren Mengen Verfärbungen ein. Natriumsulfat ist in den Flugstaubproben 5 und 8 in grösserer Menge vorhanden, so dass, wenn dieses Salz besonders nachteilig wirken sollte, sich nach dem Bestäuben mit diesen beiden Flugstauben die nachteilige Wirkung besonders stark und auch gleichmässig zeigen müsste; dass ist aber nicht der Fall und darf daher wohl gefolgert werden, dass Natriumsulfat nicht der hauptsächlichste schädigende Bestandteil des Flugstaubes ist. Als Verbindungen, die sonst noch als Schadensursache in Frage kommen können und in allen Flugstauben in grösserer oder geringerer Menge vorhanden sind, hätten wir nur noch die Sulfide, die unmittelbar eine Schädigung hervorrufen können. Ob aber durch die Bestäubung mit staubartigen festen Substanzen nicht auch indirekt eine Schädigung des Wachstums und der Entwicklung der Pflanzen herbeigeführt wird, muss nach diesen Versuchen dahingestellt bleiben; diese Annahme liegt nahe, wenn man aus den Versuchsergebnissn entnehmen muss, dass auch der von Sulfiden freie Gichtgasfilterstaub, Zementstaub und der kupferhaltige Staub vereinzelt ertragsvermindernd gewirkt haben, obwohl man hier nach der Zusammensetzung dieser Staubarten eine solche Wirkung nicht erwarten sollte. Die Bestäubung der Pflanzen mit Zinnoxyd hat, trotzdem es auf die Blattorgane zum Teil ätzend gewirkt hat, nicht überall ertragsvermindernd gewirkt und scheint mit einer schädlichen Wirkung nur dann zu rechnen sein, wenn grössere Mengen derartigen Staubes auf feuchte Blattorgane fallen und darauf haften bleiben.

Wie bei den früheren Versuchen ist auch jetzt wieder geprüft worden, ob dadurch eine Schädigung des Pflanzenwachstums herbeigeführt werden könne, dass der zum Bestäuben der Pflanzen verwendete Flugstaub in den Boden gelangte und nun unmittelbar oder durch seine Zersetzungsprodukte auf die Entwicklung der Pflanzen nachteilig wirkte. Zu diesen Versuchen dienten Vegetationsgefässe von 700 *qcm* Oberfläche, die 27 *kg* Boden fassten. Der Versuchsboden war ein lehmiger Sandboden, der in der Trockensubstanz 0,43 % organische Stoffe mit 0,075 % Stickstoff und 99,57 % Mineralstoffe mit 0,270 % Kalk, 0,145 % Kali und 0,087 % Phosphorsäure enthielt. Der Boden wurde für je 1 Gefäss mit 10 *g* kohlensaurem Kalk, 2,5 *g* Kali in einem Kaligemisch aus Kaliumsulfat und Kaliumchlorid, 2,5 *g* Phosphorsäure in Superphosphat und 1,5 *g* Stickstoff in Ammonnitrat gedüngt; letzterer wurde zu $^1/_3$ bei der Aussaat, der Rest in

zwei Gaben als Kopfdünger gegeben. Kohlensaurer Kalk wurde zeitig vor der Phosphorsäuredüngung dem Boden beigemischt. Von den verschiedenen Flugstaub- und sonstigen Staubproben wurden je 25 *g* auf 1 Gefäss dem Boden beigemengt.

Als Versuchspflanze diente im Jahre 1915 Sommerweizen. Aufgang und Entwicklung der Pflanzen waren normal. Später trat Befall ein. Infolgedessen wurde der Weizen vorzeitig bald nach dem Ährenansatz abgeerntet. Im Dezember 1915 wurde der Boden bis zu $^2/_3$ aus dem Gefäss genommen, gut durchgemischt und unter Beigabe der halben Phosphorsäure- und Kalidüngung des Vorjahres wieder eingefüllt. Die halbe vorjährige Stickstoffdüngung wurde mit der Aussaat des Hafers gegeben, der im Jahre 1916 als Versuchsfrucht diente. Der Hafer ging zunächst nicht sehr gleichmässig auf; dabei zeigten sich aber in den einzelnen Versuchsreihen keine Unterschiede. Nachher entwickelte sich der Hafer gut und gleichmässig. Von den Versuchsgefässen mussten einige, die sich aus der nachfolgenden Tabelle ergeben, im Laufe der Vegetationszeit ausgeschaltet werden, da sie undicht geworden waren. Nach dem Abernten des Hafers wurde der Boden umgegraben, blieb so bis zum Frühjahr 1917 stehen und wurde dann mit englischem Raigras bestellt. Die Erträge und die Zusammensetzung der Ernten waren in den 3 Versuchsjahren folgende:

a) 1915: Weizen.

Flugstaub	Ertrag an Weizen (lufttrocken)					In der sandfreien Trockensubstanz				
	a *g*	b *g*	c *g*	d *g*	Mittel *g*	Kieselsäure %	Kalk %	Kali %	Phosphorsäure %	Schwefelsäure %
Unbestäubt . .	45,0	53,5	52,0	60,0	52,6	0,68	0,76	3,58	0,81	0,56
Flugstaub Nr. 1	46,0	55,0	51,0	59,0	52,7	1,40	0,78	3,78	0,77	0,60
„ „ 3	42,0	53,5	56,0	60,0	52,9	0,76	0,85	3,80	0,74	0,61
„ „ 4	46,0	56,5	54,0	57,0	53,4	1,00	0,98	4,53	0,73	0,67
„ „ 5	50,0	52,0	54,5	55,0	52,9	1,12	0,59	3,29	0,70	0,49
„ „ 6	48,0	51,0	52,5	56,0	51,9	1,13	0,88	3,27	0,78	0,62
„ „ 7	46,0	54,5	52,5	52,0	51,3	1,11	0,68	4,00	0,68	0,51
„ „ 8	50,0	54,0	54,5	53,5	53,0	1,34	0,68	4,05	0,75	0,49
„ „ 9	52,0	50,5	58,0	55,0	53,9	1,11	0,88	4,21	0,81	0,57
Gasfilterstaub . .	51,0	52,0	50,0	55,5	52,1	1,05	0,85	4,20	0,73	0,68
Zementstaub . .	50,0	51,5	56,5	53,5	52,9	0,75	0,86	4,01	0,74	0,55
Kupferstaub . .	53,5	50,0	56,5	54,5	53,6	1,03	0,87	4,25	0,62	0,56

b) 1916: Hafer.

Flugstaub	Haferkörner					Haferstroh					Gesamternte Mittel	In der sandfreien Trockensubstanz Körner + Stroh				
	a	b	c	d	Mittel	a	b	c	d	Mittel		Kieselsäure	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Schwefelsäure
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	%
Unbestäubt	13,2	7,3	8,9	12,7	10,5	47,3	29,7	45,3	59,3	45,4	55,9	0,92	0,22	3,13	0,59	0,49
Flugstaub Nr. 1	—	8,5	11,2	13,9	11,2	—	35,5	55,8	52,1	47,8	59,0	0,90	0,14	3,24	0,72	0,30
„ „ 3	12,2	11,5	15,0	11,3	12,5	37,8	36,5	52,0	47,7	43,5	56,0	0,69	0,56	3,07	0,69	0,38
„ „ 4	11,3	13,2	11,8	8,6	11,0	48,7	52,8	47,7	42,4	47,9	58,9	1,04	0,23	3,52	0,59	0,57
„ „ 5	—	8,6	14,0	10,3	10,9	—	51,4	52,0	51,7	52,0	62,9	0,86	0,35	3,50	0,74	0,71
„ „ 6	9,9	11,9	15,7	—	12,5	30,1	38,1	44,3	—	37,5	50,0	0,59	0,33	4,13	0,69	0,58
„ „ 7	12,4	9,0	11,6	—	11,0	47,6	37,0	42,4	—	42,3	53,3	0,85	0,30	3,25	0,66	0,84
„ „ 8	11,8	10,3	14,9	—	12,3	40,2	41,9	49,1	—	44,7	57,0	0,90	0,47	4,22	0,66	0,50
„ „ 9	12,8	10,1	7,4	—	10,1	33,6	46,2	48,9	—	42,9	54,0	0,71	0,26	3,28	0,85	0,56
Gasfilterstaub	9,1	16,6	17,6	—	14,4	51,9	52,4	46,4	—	50,2	64,6	0,66	0,45	2,80	0,66	0,58
Zementstaub	9,0	—	12,7	—	10,9	32,0	—	57,3	—	44,7	55,6	0,59	0,26	3,29	0,90	0,69
Kupferstaub	17,0	12,8	13,8	—	14,4	44,0	46,2	47,2	—	44,4	58,8	0,75	0,45	3,08	0,69	0,58

c) Gras.

Flugstaub	I. Schnitt					II. Schnitt					Gesamternte Mittel	In der sandfreien Trockensubstanz				
	a	b	c	d	Mittel	a	b	c	d	Mittel		Kieselsäure	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Schwefelsäure
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	%
Unbestäubt	12,0	17,5	17,0	18,5	16,2	19,5	12,0	10,0	9,0	12,6	28,8	1,02	0,90	4,56	1,04	0,79
Flugstaub Nr. 1	—	15,0	17,0	23,0	18,3	—	15,0	9,0	10,0	11,0	29,3	1,08	0,31	3,69	0,87	0,67
„ „ 3	14,5	18,5	13,0	12,5	14,6	14,0	16,0	6,0	15,0	12,8	27,4	1,77	0,52	4,27	1,16	0,87
„ „ 4	13,0	12,5	13,5	21,0	15,0	15,5	14,0	7,0	14,5	12,8	27,8	2,00	0,35	4,43	1,03	0,73
„ „ 5	—	18,0	15,0	15,0	16,0	—	9,0	7,5	12,0	9,5	25,5	1,36	0,77	5,35	0,94	0,72
„ „ 6	14,0	13,0	18,5	—	15,2	11,0	10,0	5,0	—	8,7	23,9	1,04	0,58	4,41	1,01	0,78
„ „ 7	18,0	17,0	25,5	—	20,2	16,0	8,5	10,0	—	11,5	31,7	1,61	0,73	4,35	1,06	0,81
„ „ 8	14,0	14,0	22,5	—	16,8	14,5	8,0	6,0	—	9,5	26,3	1,53	0,77	4,02	0,92	0,73
„ „ 9	20,0	14,0	18,0	—	17,3	10,0	8,5	10,0	—	9,5	26,8	0,81	0,48	4,23	1,04	0,73
Gasfilterstaub	15,5	13,5	13,5	—	14,2	9,0	8,0	15,0	—	10,7	24,9	1,27	0,93	4,59	0,93	0,75
Zementstaub	14,5	—	17,5	—	16,0	17,5	—	12,0	—	14,8	30,8	0,95	0,90	4,37	0,91	0,73
Kupferstaub	13,5	16,0	19,0	—	16,5	10,5	8,0	19,0	—	12,5	29,0	0,98	1,31	4,02	0,82	0,73

Die Ernteergebnisse des ersten Versuchsjahres lassen eine Schädigung durch den dem Boden zugesetzten Flugstaub nicht erkennen. Auch im zweiten Versuchsjahre ist dieses in den meisten Versuchsreihen nicht der Fall, vielmehr zeigt sich hier ein Ansteigen der Erträge in diesen Reihen. Aber besonders in der Reihe, in der Flugstaub 6 dem Boden zugesetzt worden ist, bleibt der Ertrag deutlich gegen die Reihe, in der der Boden keinen Zusatz erhalten hat, zurück. Dieser Rückgang des Ertrages tritt

in dieser Reihe im dritten Versuchsjahre noch schärfer hervor und stellt sich nun auch in anderen Reihen ein, wie die nachfolgende Tabelle der mittleren Gesamterträge für je 1 Gefäss veranschaulicht:

Flugstaub	Weizen g	Hafer g	Gras g	Gesamtertrag in den 3 Jahren g
Unbestäubt	52,6	55,9	28,8	137,3
Flugstaub Nr. 1	52,7	59,0	28,3	141,0
„ „ 3	52,9	56,0	27,4	136,3
„ „ 4	53,4	58,9	27,8	140,1
„ „ 5	52,9	62,9	25,5	141,3
„ „ 6	51,9	50,0	23,9	125,8
„ „ 7	51,3	53,3	31,7	136,3
„ „ 8	53,0	57,0	26,3	136,3
„ „ 9	53,9	54,0	26,8	134,7
Gasfilterstaub	52,1	64,6	24,9	141,6
Zementstaub	52,9	55,6	30,8	139,3
Kupferstaub	53,6	58,8	29,0	141,4

Die Versuchsreihe mit Flugstaub 6 zeigt darnach auch in dem Gesamtertrag der drei Versuchsjahre einen deutlichen Ertragsrückgang, so dass wohl nicht daran zu zweifeln ist, dass durch die Umsetzung der Flugstaubbestandteile im Boden, und zwar nach der Zusammensetzung, wahrscheinlich der Schwefelverbindungen pflanzenschädliche Verbindungen im Boden gebildet worden sind. Wesentlich für die Beurteilung solcher Einwirkungen von Flugstaub auf den Boden und damit auf das Pflanzenwachstum ist, dass diese Veränderungen sich im Ertrage erst nach und nach bemerkbar machen, dass daher zur Feststellung solcher Schäden eine längere Beobachtungszeit nötig ist. Es ist nicht ausgeschlossen, dass sich bei der Fortsetzung der Versuche auch in anderen Versuchsreihen noch eine ertragsvermindernde Wirkung der Flugstaube herausstellen würde; die Anfänge dazu sind, wie schon erwähnt wurde, im dritten Versuchsjahre bereits vorhanden. Die Zusammensetzung der Ernteprodukte gibt uns keinen Anhalt für diese Einwirkungen der Flugstaube; sie dürften sich erst bei stärkerer und längerer Dauer einstellen.

Ich habe früher[1]) auf die nachteilige Wirkung unlöslicher Metallverbindungen, die im Boden nach und nach in Lösung gehen, hingewiesen und oben schon einen besonderen Fall der Beschädigung der Feldfrüchte in der Nähe einer Kupferhütte erwähnt. Ich konnte damals nachweisen, dass der Kalkgehalt des Bodens mit der Entfernung von der Kupferhütte

[1]) Fühlings landw. Zeitung, 1918, 57; 609.

zunahm und umgekehrt der Gehalt an wasserlöslichen Kupferverbindungen in der Nähe der Kupferhütte am grössten war. Die Ursache für diese Feststellungen wurde in der Einwirkung der schwefeligsauren Rauchgase der Kupferhütte auf den Kalk- und Kupfergehalt des Bodens gesehen. Ich habe versucht, im Zusammenhang mit den Bestäubungsversuchen mit Flugstaub, bei denen es sich auch um kupferhaltigen Flugstaub handelte, durch Versuche Unterlagen für diese Annahme zu erbringen. Zu diesem Zwecke wurde Boden teils für sich, teils mit 1 % Kupferstaub der früher angegebenen Zusammensetzung (mit 8,59 % Kupferoxyd) vermischt bei 5 und 15 % Wasserzusatz längere Zeit stehen gelassen; teils wurde dem Boden noch 1 % Schwefel zugesetzt, um festzustellen, ob durch die bei der Oxydation des Schwefels im Boden entstehende Schwefelverbindungen auf das Kupfer im Boden lösend gewirkt wird, teils wurden, um den Vorgang in der Umgebung der Kupferhütten nachzuahmen, die Gefässe mit dem Boden in den Abzug gestellt, in dem die Aufschliessung der Substanzen für die Stickstoffbestimmung nach KJELDAHL erfolgt, bei der bekanntlich stets mehr oder weniger schwefelige Säure entweicht. Da beim Vorhandensein von Kalk im Boden die Wirkung der aus dem Schwefel entstandenen Verbindungen sowohl wie auch der bei der Verbrennung organischer Stoffe nach KJELDAHL entstehenden schwefeligen Säure herabgemindert werden kann, so wurde in einer weiteren Reihe dem Boden noch 1 % kohlensaurer Kalk beigemengt. Der Versuchsplan ergibt sich im übrigen aus der nachfolgenden Tabelle der Versuchsergebnisse. Der Versuchsboden enthielt 0,303 % Kalk und 0,07 % Schwefelsäure. Der Versuch begann am 20. April 1917. Die Bodenproben wurden Anfang Oktober 1917, Ende April 1918 und Ende Januar 1919 untersucht. Die Untersuchung der Böden ist vom Herrn Abt.-Vorsteher Dr. DODT ausgeführt worden. Die Untersuchungsergebnisse waren auf Trockensubstanz berechnet folgende:

(Siehe die Tabellen Seite 316 und 317.)

Die Böden, die in dem Abzug für die Verbrennung nach KJELDAHL aufbewahrt wurden, entsprechen nicht den gewollten Versuchsbedingungen; infolge der starken Erwärmung in diesem Abzuge trat eine grosse Austrocknung der Böden ein, so dass z. B. in den Böden, denen 15 % Wasser zugesetzt worden war, der Wassergehalt auf 1 % sank. Da die Aufnahme der schwefeligen Säure zweifellos von dem Wassergehalt des Bodens abhängt, so ist die Zunahme an Schwefelsäure im Boden infolge der Einwirkung der aus der Verbrennung organischer Stoffe mit Schwefelsäure herrührenden schwefeligen Säure und ihre Wirkung auf die Kupferverbindungen des Bodens unter den vorliegenden Versuchsverhältnissen fraglich. Ein Vergleich der ermittelten Zahlen für den Schwefelsäuregehalt des Bodens in den Reihen 4 und 6, d. h. in den ohne jede Einwirkung von schwefeliger Säure gebliebenen Versuchsböden und in den unter dem Einfluss von schwefeliger Säure aufbewahrten Böden zeigt nur in vereinzelten Fällen eine nennenswerte Zunahme der gelösten Kupferverbindungen, die

Versuchsboden	Die Bodenproben wurden untersucht									Reaktion des Bodens
	Anfang Oktober 1917			Ende April 1918			Ende Januar 1919			
	Kupfer		Schwefelsäure in Salzsäure löslich	Kupfer		Schwefelsäure in Salzsäure löslich	Kupfer		Schwefelsäure in Salzsäure löslich	
	wasserlöslich	in Salzsäure löslich		wasserlöslich	in Salzsäure löslich		wasserlöslich	in Salzsäure löslich		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
I. Ohne Kalkzusatz.										
a) Zusatz von 5 % Wasser zum Boden.										
1. Boden ohne Zusatz	—	—	0,071	—	—	0,062	—	—	0,002	neutral
2. „ + 1 % Schwefel	—	—	0,284	—	—	0,207	—	—	0,256	stark sauer
3. „ im Stickstoff-Abzug aufbewahrt	—	—	0,111	—	—	0,192	—	—	0,201	schwach sauer
4. Boden + 1 % Kupferstaub	0,0016	0,0465	0,101	0,0015	0,0456	0,073	0,0015	0,0575	0,132	neutral
5. „ + 1 „ „ + 1 % Schwefel	0,0078	0,0485	0,303	0,0073	0,0484	0,195	0,0069	0,0523	0,339	sauer
6. Boden + 1 % Kupferstaub im Stickstoff-Abzug aufbewahrt	0,0016	0,0405	0,162	0,021	0,0526	0,192	0,0026	0,0492	0,262	schwach sauer
b) Zusatz von 15 % Wasser zum Boden.										
1. Boden ohne Zusatz	—	—	0,071	—	—	0,069	—	—	0,125	neutral
2. „ + 1 % Schwefel	—	—	0,284	—	—	0,251	—	—	0,308	stark sauer
3. „ im Stickstoff-Abzug aufbewahrt	—	—	0,193	—	—	0,253	—	—	0,182	sauer
4. Boden + 1 % Kupferstaub	0,0097	0,0443	0,121	0,0092	0,0362	0,125	0,0083	0,0417	0,132	neutral
5. „ + 1 „ „ + 1 % Schwefel	0,0124	0,0445	0,152	0,0119	0,0494	0,424	0,0109	0,0459	0,448	stark sauer
6. Boden + 1 % Kupferstaub im Stickstoff-Abzug aufbewahrt	0,0016	0,0516	0,141	0,0029	0,0546	0,202	0,0029	0,0555	0,263	sauer

Versuchsboden	Die Bodenproben wurden untersucht									
	Anfang Oktober 1917			Ende April 1918			Ende Januar 1919			
	Kupfer		Schwefelsäure in Salzsäure löslich	Kupfer		Schwefelsäure in Salzsäure löslich	Kupfer		Schwefelsäure in Salzsäure löslich	Reaktion des Bodens
	wasserlöslich	in Salzsäure löslich		wasserlöslich	in Salzsäure löslich		wasserlöslich	in Salzsäure löslich		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
II. Mit 1% kohlensaurem Kalk zum Boden.										
a) Zusatz von 5% Wasser zum Boden.										
1. Boden ohne Zusatz	—	—	0,061	—	—	0,094	—	—	0,083	neutral
2. „ + 1% Schwefel	—	—	0,253	—	—	0,416	—	—	0,931	schwach sauer
3. „ im Stickstoff-Abzug aufbewahrt	—	—	0,121	—	—	0,303	—	—	0,242	neutral
4. Boden + 1% Kupferstaub	0,0011	0,0475	0,122	0,0014	0,0458	0,125	0,0019	0,0476	0,145	„
5. „ + 1 „ „ + 1% Schwefel	0,0010	0,0386	0,263	0,0016	0,0382	0,424	0,0019	0,0421	0,945	sauer
6 Boden + 1% Kupferstaub im Stickstoff-Abzug aufbewahrt	0,0029	0,0506	0,162	0,0024	0,0586	0,222	0,0042	0,0596	0,374	neutral
b) Zusatz von 15% Wasser zum Boden.										
1. Boden ohne Zusatz	—	—	0,071	—	—	0,368(?)	—	—	0,112	neutral
2. „ + 1% Schwefel	—	—	0,814	—	—	1,485	—	—	1,271	sauer
3. „ im Stickstoff-Abzug aufbewahrt	—	—	0,201	—	—	0,253	—	—	0,222	neutral
4. Boden + 1% Kupferstaub	0,0024	0,0395	0,122	0,0021	0,0400	0,228	0,0018	0,0433	0,122	„
5. „ + 1 „ „ + 1% Schwefel	0,0141	0,0521	0,797	0,0153	0,0591	0,905	0,0138	0,0613	1,135	sauer
6. Boden + 1% Kupferstaub im Stickstoff-Abzug aufbewahrt	0,0054	0,0495	0,172	0,0068	0,0526	0,263	0,0049	0,0566	0,182	neutral

aber immerhin für die Richtigkeit der Annahme, dass die schweflige Säure bzw. die daraus gebildete Schwefelsäure auf die Kupferverbindungen des Bodens lösend gewirkt hat, spricht. Mehr aber wie hierdurch wird der Beweis für die früher ausgesprochene Behauptung, dass Kupferverbindungen von den Bodenagentien gelöst und diese Lösung durch die im Boden gebildete Schwefelsäure wesentlich unterstützt wird, durch die Versuchsergebnisse in den Reihen erbracht, in denen sich diese Schwefelsäure aus dem dem Boden beigemischten Schwefel bilden konnte. Diese Versuchszahlen zeigen überall eine starke Zunahme an Schwefelsäure in diesen Reihen an; diese Bildung der Schwefelsäure hat sich zumeist in der ersten Untersuchungsperiode vollzogen; sie tritt in den beiden letzten Versuchsperioden zum Teil ganz zurück. Dieser Feststellung entspricht auch die Lösung der Kupferverbindungen, so dass mir der Zusammenhang dieser Lösung des Kupfers mit der Bildung der Schwefelsäure nicht zweifelhaft erscheint. Eine Ausnahme macht die Reihe II a 5, in der der Zusatz von Schwefel zum Boden zwar den Schwefelsäuregehalt des Bodens erhöht hat, dadurch aber eine Vermehrung des wasserlöslichen Kupfers nicht erreicht ist. Aus der Reaktion des Bodens folgt, dass durch Zusatz von kohlensaurem Kalk die gebildete Schwefelsäure mehr oder weniger gebunden worden ist; hierzu hat aber der Kalk in den Reihen, in denen sich die Schwefelsäure aus dem dem Boden beigemischten Schwefel gebildet hat, nicht ausgereicht. Die Lösung des Kupfers ist durch diese Neutralisation der Schwefelsäure nicht aufgehoben worden; inwieweit sie dadurch beeinträchtigt worden ist, lässt sich aus den Versuchen nicht erkennen; vielleicht erklärt sich in der Reihe II a 5 die oben erwähnte Ausnahme, die einen Rückgang des Gehalts an wasserlöslichem Kupfer darstellt, aus einer baldigen und vollständigeren Neutralisation der gebildeten Schwefelsäuren durch den kohlensauren Kalk im Boden. Es liegt darin eine Bestätigung der früheren Versuche, wonach durch genügende Mengen von kohlensaurem Kalk die lösende Wirkung der schwefligen Säure auf die Kupferverbindungen im Boden zurückgedrängt und vermindert wird. Der höhere Wassergehalt des Bodens scheint für die Bildung der löslichen Kupferverbindungen günstig zu sein. Diese Löslichkeit des Kupfers in den Versuchsböden ergibt sich noch deutlicher aus folgender Tabelle, in der der Gehalt des wasserlöslichen Kupfers in Prozenten des in Salzsäure löslichen Kupfers angegeben ist:

Versuchsreihe	*Versuchsboden* + 1 % Kupferstaub	I. Boden ohne Zusatz von kohlensaurem Kalk — Untersucht: Oktober 1917 %	April 1918 %	Januar 1919 %	II. Boden mit 1 % kohlensaurem Kalk — Untersucht: Oktober 1917 %	April 1918 %	Januar 1919 %
	Zusatz von 5 % Wasser zum Boden.						
4	Ohne Zusatz	3,4	3,3	2,6	2,3	3 1	4,0
5	1 % Schwefel	16,1	15,0	13,2	2,6	4,2	4,5
6	Im Stickstoff-Abzug aufbewahrt	3,9	4,0	5,3	5,7	4,1	4,1

Versuchsreihe	Versuchsboden + 1 % Kupferstaub	I. Boden ohne Zusatz von kohlensaurem Kalk			II. Boden mit 1 % kohlensaurem Kalk		
		Untersucht			Untersucht		
		Oktober 1917 %	April 1918 %	Januar 1919 %	Oktober 1917 %	April 1918 %	Januar 1919 %
	Zusatz von 15 % Wasser zum Boden.						
4	Ohne Zusatz	11,2	25,5	19,9	6,1	5,2	4,1
5	1 % Schwefel	27,9	24,1	23,8	25,1	26,9	22,5
6	Im Stickstoff-Abzug aufbewahrt .	3,1	5,3	5,2	10,9	22,9	8,5

Die Schädlichkeit der löslichen Kupfersalze für das Pflanzenwachstum ist zweifellos; Versuche, die ich früher ausführen konnte, beweisen dieses und sind diese Ergebnisse auch von anderer Seite bestätigt worden. Ich habe mich deshalb in diesem Falle darauf beschränkt, in den Versuchsböden einige Keimprüfungen mit Roggen und Weizen ausführen zu lassen; die erhaltenen Keimzahlen lassen die starke Einwirkung auf die Keimungsenergie und zum Teil auch auf die Keimkraft erkennen, so dass auch hier die Schädlichkeit der löslichen Kupferverbindungen für das Pflanzenwachstum ihre Bestätigung findet. Da diese Versuche nicht weiter durchgeführt worden sind, will ich auf die Wiedergabe an dieser Stelle verzichten.

Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Landwirtschaft in Bromberg.

(Abteilung für Pflanzenkrankheiten.)

1919. Nr. 4.

Zur Samenbestimmung der Arten und Varietäten von Brassica und Raphanus.

Von

Fritz Krause-Bromberg.

(Hierzu Tafel I–IV.)

Der vermehrte Gemüsebedarf während der Kriegszeit führte bekanntlich zu einer ausserordentlichen Nachfrage und Preissteigerung der Gemüsesamen. Infolgedessen wurde besonders vom Auslande oft minderwertige Ware angeboten, die in der Praxis nicht befriedigte. Eine unangenehme Begleiterscheinung eines derartigen Mangels bestimmter Samenarten ist bekanntlich das Unterlaufen von Mischungen und Fälschungen. Besonders häufig wurden falsche Sorten geliefert. Die Landwirte mussten im allgemeinen nehmen, was ihnen angeboten wurde. Bei der sehr weit gehenden Anpassung der einzelnen Gemüsesorten an Boden und Klima ist es ganz klar, dass Gemüsesorten, die in Süddeutschland und Holland gute Erträge liefern können, nicht immer geeignet sind für die leichteren trockenen Böden und das trockene und rauhe Klima des Ostens. Schon durch die Lieferung ungeeigneter Sorten erklärt sich mancher Misserfolg im Kriegsgemüsebau. Leider ist es nicht möglich, die Provenienz des Gemüsesamens sicher zu bestimmen.

Noch bedenklicher erwies sich die Lieferung falscher Sorten in Bezug auf die Anbauverhältnisse. Der Landwirt des Ostens hat sich bisher wenig mit feldmässigem Gemüsebau befasst. Die grosse Propaganda, die für den Kriegsgemüsebau getrieben wurde, und die erzielten enorm hohen Preise veranlassten auch die Landwirte der Ostprovinzen, Gemüse auf grossen Flächen zu bauen. Im allgemeinen beschränkten sie sich auf Gemüsearten, deren Anbau nicht ganz unbekannt war. Wenn ihnen nun Sorten geliefert wurden, die eine besondere Beobachtung erforderten, so kamen sie häufig in Verlegenheit.

So wurde, um ein Beispiel anzuführen, einer Anzahl Güter unter dem Namen „Spätkraut“ ein frühes Spitzkraut geliefert. Frühes Spitzkraut erfordert eine möglichst frühe Pflanzung und engen Stand. Es muss rechtzeitig abgeerntet werden, da es sonst schiesst. Im vorliegenden Falle hatten sich die Landwirte auf den Anbau von Spätkraut eingerichtet. Sie pflanzten das Kraut spät und in den üblichen weiteren Abständen.

Dadurch kam das Kraut mit seiner Kopfbildung in eine ihm nicht zusagende Witterung hinein. Die Landwirte wunderten sich wohl über das frühe Ansetzen und die eigentümliche Form der Köpfe, liessen aber das Kraut überständig werden, weil sie mit Spätkraut rechneten und hofften, dass sich die Köpfe noch weiter entwickeln würden. Dadurch entstand ein erheblicher Schaden, der in dem einen Falle bei einem Zentnerpreise von 4,00 M. für Spätkraut auf rund 700 M. pro Morgen berechnet werden musste. Wäre das Kraut aber vorschriftsmässig als frühes Spitzkraut angebaut worden, so berechnet sich der entstandene Schaden bei einem Aufwand von 12 M. auf mehr als das Doppelte.

Noch erheblicher war der Schaden, der dadurch entstand, dass Samenmischungen oder direkt falsche Samen geliefert wurden. Samenmischungen wurden ausgeführt, um den teuren Gemüsesamen mit minderwertigeren im Korn ähnlichen Samen zu strecken. So ist uns u. a. ein Fall bekannt, in dem eine Krautaussaat zu 70 % aus Wasserrüben und zu 21 % aus Raps bestand, während nur der Rest zum Teil Kraut-, zum Teil Kohlrabipflanzen darstellte.

Obwohl es nicht Aufgabe der Abteilung für Pflanzenkrankheiten ist, in die Samenkontrolle einzugreifen, so liess sich unter den bestehenden Verhältnissen nicht umgehen, dass die Abteilung häufig zu Begutachtungen herangezogen wurde. Nun ist es ja verhältnismässig leicht, die einzelnen Arten von Brassica und Raphanus an den Pflanzen auf dem Samenbeete zu erkennen und führten derartige Feststellungen auch dazu, dass Schadenersatzansprüche gestellt und anerkannt wurden. Bekanntlich ist es aber in derartigen Prozessen häufig sehr schwierig, die nötigen Beweise zu erbringen und den wirklich Schuldigen zu fassen. Diese Schwierigkeiten vermehrten sich noch dadurch, dass als Lieferant häufig das Ausland in Frage kam. Um den Landwirt vor weiteren Schäden zu bewahren, versuchten wir deshalb, die Art der Pflanzen an dem Samen bzw. an dem jungen Keimling zu bestimmen. Dabei stellte es sich bald heraus, dass die vorhandenen Unterlagen für eine einwandsfreie Bestimmung nicht ausreichten. Die von uns angestellten Untersuchungen führten zu nachfolgendem Aufsatz, der zur weiteren Klärung der Unterscheidung der verschiedenen Arten von Brassica und Raphanus beitragen soll.

Bei der Bestimmung verschiedener Samen zur Feststellung ihrer Zugehörigkeit zu dieser oder jener Art stösst die Praxis der Samenkontrolle häufig auf ausserordentliche Schwierigkeiten, da vielfach genügend scharf ausgeprägte morphologische oder anatomische Unterscheidungsmerkmale den zur Untersuchung vorliegenden Samen gänzlich fehlen oder nur von so untergeordneter Bedeutung sind, dass sie eine einwandsfreie Bestimmung nicht zulassen. Zwar bietet die Bestimmung von Samen verschiedener Gattungen bei dem heutigen Fortschritt der Samenkontrolle im allgemeinen keine nennenswerten Hindernisse, wesentlich anders gestalten sich die Verhältnisse aber schon, wenn mehrere Arten der gleichen Gattung vorliegen, und kaum durchführbar werden die Prüfungen, handelt es sich gar

um Samenvarietäten. Besonders unangenehm machen sich diese Schwierigkeiten z. B. bei der Gattung Brassica fühlbar, ein Umstand, der wiederholt von unreellen Lieferanten zu ihrem Vorteil ausgenützt worden ist. Da bekanntlich gerade zur Gattung Brassica viele wichtige Kulturpflanzen gehören, haben naturgemäss sowohl viele Landwirte, wie auch Gärtner und Samenhandlungen ein grösseres Interesse an der Festlegung bestimmter Unterscheidungsmerkmale für die hierher gehörigen Arten.

Bereits im Jahre 1870 versuchte daher SCHRÖDER (Mitteilungen aus der physiologischen Versuchsstation Tharand: VII. Untersuchung der Brassica-Arten und Varietäten, in: Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen Bd. XIV, Chemnitz 1871) die den Samen genannter Gattung fehlenden morphologischen Merkmale durch anatomische zu ergänzen. Es gelang ihm auch, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, mit Hilfe der anatomischen Struktur der Samenschale, einige greifbare Unterschiede festzustellen, denn die anatomische Differenzierung der Samenschalen ermöglichte ihm die Unterscheidung von drei Gruppen innerhalb der Gattung Brassica. Die erste Gruppe wurde dabei durch den gemeinen Senfkohl, Brassica nigra vulgaris, repräsentiert, die zweite durch die verschiedenen Kohlarten (Br. oleracea) und die dritte endlich durch Brassica napus und rapa. Leider zeigten die zu diesem letzten Typus gehörenden Samen aber eine so grosse Übereinstimmung in ihren anatomischen Schalenverhältnissen, dass z. B. jegliche weitere Unterscheidung zwischen Raps, Rübsen, Stoppelrübe und Wrucke ausgeschlossen war. Gerade diese letzten Samenkategorien bilden nun aber in der Praxis häufig Veranlassungen zur Beanstandung von Lieferungen und mehrfach trat auch an uns die Frage heran: handelt es sich bei dem Streitobjekt um Wrucken oder um Stoppelrüben. Aus diesem Grunde haben wir trotz der grundlegenden Arbeiten von SCHRÖDER und anderen im nachstehenden noch einmal versucht, alle überhaupt für die Bestimmung verwertbaren Faktoren genau zu prüfen, um dadurch eventuell doch noch weitere Anhaltspunkte für die Unterscheidung der uns hier interessierenden Arten zu gewinnen.

In die Untersuchung wurden nachbenannte Samenproben einbezogen, die zum Teil aus den Samenhandlungen von WEDEL & Co.-Bromberg, ZAWADZKI-Bromberg, zum Teil von der Provinzialstelle für Gemüse und Obst in Posen stammten.

1. **Brassica oleracea capitata**, Weisskohl, Magdeburger, grosser, runder, weisser.
2. „ „ „ „ „ „ mittelfrüher.
3. „ „ „ „ Braunschweiger (Sack 4 Posen).
4. „ „ „ „ „ („ 3 „).
5. „ „ „ „ „ („ 5 „).
6. „ „ „ „ „ allergrösster, platter, fester, weisser.
7. „ „ „ „ Cassler, früher.
8. „ „ „ „ Dithmarscher.
9. „ „ „ Rotkohl, Mohrenkopf, mittelfrüh, schwarzrot.
10. „ bullata (sabauda), Wirsing, früher Wiener Treib.
11. „ „ „ „ Ulmer, frühester, gelber, krauser.

12. Brassica oleracea acephala, Grünkohl, hoher, grüner, krauser.
13. „ „ arborea, Baum- oder Kuhkohl.
14. „ „ „ caulo-rapa, Kohlrabi, Wiener Glas.
15. „ napus, Raps.
16. „ „ rapifera, Wrucke, gelbe Schmalz.
17. „ „ rapa, Rübsen.
18. „ „ „ rapifera, Stoppelrübe, lange weisse.
19. „ „ „ „ „ lange gelbe.
20. „ „ „ „ „ runde weisse (Probe 1).
21. „ „ „ „ „ „ „ („ 2).
22. Raphanus sativus aestivus, Sommerrettig, schwarzer.
23. „ „ „ hiemalis, Winterrettig, schwarzer.
24. „ „ „ praecox minor, Radies, Dreienbrunner, scharlachrot.

1. Gestalt der Samen.

Sämtliche vorstehende Arten der Gattung Brassica besitzen mehr oder weniger kugelige Samen, die häufig etwas zusammengedrückt sein können. An der Stelle, wo das Würzelchen den Kotyledonen anliegt, befindet sich eine äusserlich meist deutlich wahrnehmbare kleine Vertiefung, die den Samen einseitig gefurcht erscheinen lässt (siehe Taf. I, Abb. 1, Fig. a). Besagte Furchung kann bei manchen Samenkörnern aber auch so minimal ausgeprägt sein, dass dieselben oberflächlich betrachtet fast gleichmässig gerundet sind. Die Oberflächenstruktur der Samen lässt sich am besten als netzig-grubig bezeichnen, ohne dass hierin fassbare Unterschiede bei den einzelnen Arten gegeben sind. Ganz ähnliche Verhältnisse weisen auch die Samen der Gattung Raphanus auf. Sie weichen nur insofern ab, als sie mehr länglich, rund und etwas eckig sind. Infolge ihrer bedeutenderen Grösse, der erwähnten Form und ihrer Farbenänderung, lassen sich die Samen von Raphanus leicht von Brassicasamen trennen. Nicht jedoch ist es möglich, innerhalb beider Gattungen selbst eine auf Formverschiedenheit basierende Trennung der Varietäten vorzunehmen.

Nach der jeweiligen Lage des Würzelchens zu den Kotyledonen hat DECANDOLLE, da es sich hier um konstante Charaktere handelt, die Familie der Kruziferen in folgende Typen eingeteilt:

1. Pleurorhizae. Das Würzelchen liegt lateral der Fuge beider flach aufeinander gepresster Kotyledonen.
2. Notorhizae. Keimblätter flach aneinander liegend. Würzelchen dorsal auf einem derselben.
3. Orthoplaceae. Kotyledonen aneinander liegend, der Länge nach rinnig gefaltet. Würzelchen in der Falte.
4. Spirolobeae. Würzelchen liegt den spiraligen Kotyledonen an.
5. Diplecolobeae. Kotyledonen zweimal übereinander quer gefaltet. Würzelchen rückenständig anliegend.

Sowohl die Gattung Brassica, wie auch Raphanus, gehören zum dritten Typus der DECANDOLLEschen Einteilung, nämlich zu den Orthoplaceae (Taf. I, Abb. 1). Es wurde nun an Samenquerschnitten versucht, eventuelle Abweichungen oder Unterschiede in den Lagebeziehungen von Würzelchen

und Keimblättern festzustellen. Diese Versuche verliefen jedoch vollkommen negativ und lieferten ihre Resultate nicht die gewünschten Bestimmungsmöglichkeiten.

2. Grösse der Samen.

Die Samengrösse wird naturgemäss Schwankungen unterliegen müssen, da sie ja von verschiedenen Faktoren wie Düngung, Witterung, Aussaatzeit, Ernährung usw. abhängig ist. Nichtsdestoweniger wird die mittlere Samengrösse für vergleichende Bestimmungen hier oder dort vielleicht erforderlich sein und ebenso die Grössenschwankungen innerhalb der einzelnen Arten und Varietäten. Zur Bestimmung derselben wurden von jeder Probe je 10 der grössten und je 10 der kleinsten Samenkörner ausgesucht und die Grösse mit einem Messapparat genau bestimmt. Im Mittel der Messungen ergaben sich danach folgende Werte:

Samengrösse in Millimeter im Mittel von je 10 Samen	Maximum	Minimum
1. Sommerrettig	2,96	1,74
2. Radies	2,94	1,85
3. Winterrettig	2,87	1,70
4. Weisskohl, Magdeburger, grosser, runder	2,56	1,37
5. „ Braunschweiger, allerfrühester	2,27	1,29
6. „ Magdeburger, mittelfrüher (Sack 2)	2,24	1,24
7. Rotkohl	2,24	1,40
8. Weisskohl, Braunschweiger (Sack 4)	2,13	1,25
9. Kohlrabi	2,12	1,26
10. Weisskohl, Casseler	2,11	1,18
11. „ Braunschweiger (Sack 5)	2,10	1,48
12. „ Dithmarscher	2,09	1,39
13. Wirsing, Wiener	2,06	1,35
14. „ Ulmer	2,04	1,20
15. Raps	2,03	1,51
16. Weisskohl, Braunschweiger (Sack 3)	2,02	1,14
17. Kuhkohl	2,01	1,17
18. Rübsen	2,00	1,34
19. Blätterkohl	2,00	1,11
20. Wrucken	1,87	1,12
21. Stoppelrüben, lange, weisse	1,82	1,09
22. „ „ gelbe	1,72	1,15
23. „ runde, weisse (Probe 1)	1,70	1,02
24. „ „ „ („ 2)	1,69	1,10

Ziehen wir aus dem ermittelten Maximum und Minimum der Samengrösse den mittleren Grössendurchschnitt (vgl. die nächste Tabelle), so ergibt sich ganz allgemein, dass die Samen der Raphanusarten zu den grössten, die der Brassica rapa-Varietäten zu den kleinsten gehören, während Br. oleracea mit seinen Derivaten eine Mittelstellung zwischen

beiden einnimmt. Eine Unterscheidung der einzelnen Arten lediglich auf Grund ihrer Grössenverhältnisse ergibt also kein scharfes Bild für die betreffenden Untersuchungsproben. An der Hand unserer Tabelle könnte man die Frage nach der Samengrösse ganz allgemein vielleicht so formulieren: Alle über 2,0 *mm* grossen Samen gehören der Gattung Raphanus an, diejenigen mit einer Grösse unter 2,00 bis herab zu etwa 1,50 *mm* würden die Kohlarten und den Raps umfassen und endlich alle solchen unter 1,50 *mm* die Stoppelrüben und Wrucken.

Mittlerer Durchschnitt der Samengrösse	*mm*
1. Radies	2,39
2. Sommerrettig	2,35
3. Winterrettig	2,28
4. Weisskohl, Magdeburger, grosser, runder	1,96
5. Rotkohl	1,80
6. Weisskohl, Braunschweiger	1,79
7. „ „ frühester	1,78
8. Raps	1,77
9. Weisskohl, Magdeburger (Sack 2)	1,74
10. „ Dithmarscher	1,74
11. Wirsing, Wiener	1,70
12. Weisskohl, Braunschweiger (Sack 4)	1,69
13. Kohlrabi	1,69
14. Rüben	1,67
15. Weisskohl, Casseler	1,64
16. Wirsing, Ulmer	1,62
17. Blätterkohl	1,60
18. Kuhkohl	1,59
19. Weisskohl, Braunschweiger (Sack 3)	1,58
20. Wrucken	1,49
21. Stoppelrübe, lange, weisse	1,45
22. „ „ gelbe	1,43
23. „ runde, weisse (Probe 1)	1,39
24. „ „ „ („ 2)	1,36

3. Gewicht der Samen.

Die Ermittelung des absoluten Samengewichtes vorliegender Proben erfolgte in der Weise, dass von jeder Probe wahllos dreimal je 1000 Körner ausgezählt, ihr Gewicht mit Hilfe einer Analysenwage bestimmt und dann aus den erhaltenen Gewichtszahlen das Mittel gezogen wurde. Eine Zusammenstellung der Gewichtswerte ergibt nachstehende Tabelle.

(Siehe die Tabelle Seite 327.)

Vergleicht man die Gewichte obiger Tabelle miteinander, so ergibt sich etwa folgendes: An erster Stelle im Gewicht stehen die Samen der Gattung Raphanus, deren Durchschnittswerte zwischen 7,80 und 7,34 *g* schwanken. Von den Brassicaarten ergeben sich die grössten Gewichte

für Raps, wogegen die Rapavarietäten zu den leichtesten gehören. Diese Befunde würden sich mit den diesbezüglichen SCHRÖDERS (l. c.) vollkommen decken. Für die noch restierenden Arten ergeben sich in unseren Wägungen aber stärkere Abweichungen von jenen. Im grossen und ganzen halten die Durchschnittsgewichte der Kohlarten die Mitte zwischen den Gewichten für Raps einerseits und Wrucken und Stoppelrüben andererseits. Der Rübsen steht ferner mit einem Gewicht von 3,01 *g* zwischen den Kohlarten mit höherem und tieferem wie genanntem Wert.

	Sorte	I *g*	II *g*	III *g*	Mittel *g*	Bezugsquelle
1	Radies	8,20	7,55	7,65	7,80	ZAWADZKI, Bromberg
2	Sommerrettig	7,20	8,22	7,05	7,49	„ „
3	Winterrettig	6,91	7,56	7,57	7,34	„ „
4	Weisskohl, Dithmarscher	3,55	4,59	4,35	4,16	WEDEL & Co., Bromberg
5	Raps	4,09	3,91	4,27	4,09	„ „
6	Weisskohl, Braunschweiger (Sack 4)	3,87	3,99	3,87	3,91	Provinzialstelle Posen
7	Wirsing, Wiener	4,02	3,77	3,76	3,85	WEDEL & Co., Bromberg
8	Weisskohl, Casseler	3,60	4,09	3,77	3,82	Provinzialstelle Posen
9	„ Magdeburger gr. runder	3,72	3,92	3,69	3,77	WEDEL & Co., Bromberg
10	Kohlrabi	3,82	3,83	3,62	3,75	„ „
11	Weisskohl, Braunschweiger (Sack 3)	3,76	3,57	3,76	3,69	Provinzialstelle Posen
12	Rotkohl	3,59	3,56	3,67	3,60	WEDEL & Co., Bromberg
13	Weisskohl, Braunschweiger (Sack 5)	3,62	3,42	3,52	3,52	„ „
14	„ allerfrühester	3,49	3,18	3,88	3,51	„ „
15	Kuhkohl	3,19	3,31	3,50	3,33	ZAWADZKI, Bromberg
16	Weisskohl, Magdeburger (Sack 2)	3,35	2,96	2,74	3,01	Provinzialstelle Posen
17	Rübsen	3,11	2,77	3,17	3,01	WEDEL & Co., Bromberg
18	Blätterkohl	2,82	2,98	2,57	2,79	„ „
19	Wirsing, Ulmer	2,58	2,76	2,85	2,73	„ „
20	Wrucken	2,57	2,56	2,52	2,55	„ „
21	Stoppelrübe, runde weisse, Probe 1	2,14	2,24	2,01	2,13	„ „
22	„ lange weisse	1,99	1,95	1,98	1,97	„ „
23	„ lange gelbe	1,95	1,81	1,99	1,91	„ „
24	„ runde weisse, Probe 2	1,77	1,99	1,83	1,86	„ „

Über die Varietäten von Brassica oleracea spezieller bemerkt SCHRÖDER wörtlich: „Unter den Varietäten der Brassica oleracea sind Rotkraut und Weisskraut (Br. ol. atrorubens-germanorum-elliptica) die schwersten und stehen hierin dem Winterölraps am nächsten. Der gefranzte Grünkohl (Br. ol. sabellica), der krause Braunkohl (Br. ol. selenisia) und der späte Wirsing (Br. ol. bullata) stehen unter den Varietäten dieser Art als die leichtesten den Varietäten der Br. rapa am nächsten. Die Samen des frühen Wirsing und des frühen Oberkohlrabi (Br. ol. protojodusa) sind schwerer, als die Samen des späten Wirsing (Br. ol. bullata) und des späten Oberkohlrabi (Br. ol. caulo-rapa)“.

Nach unserer Tabelle gestalten sich die Verhältnisse ganz wesentlich anders wie bei SCHRÖDER. Der Grünkohl steht zwar auch als die leichteste

Varietät den Stoppelrüben sehr nahe, nicht aber zeigte der Wirsing und der Kohlrabi die gleichen Resultate in unseren Untersuchungen. In einem Falle belief sich das Gewicht des Wirsing nämlich auf 3,76 und in einem anderen auf 2,73 *g*. Kohlrabi rückte mit 3,75 *g* dem Wiener Wirsing wiederum sehr nahe. Innerhalb des Weisskrautes ergaben sich auch stärkere Gewichtsdifferenzen, die sich nach der Sorte und nach der Herkunft zu richten scheinen. Während beispielsweise eine von der Provinzialstelle für Gemüse und Obst in Posen bezogene Probe Braunschweiger Weisskrautes 3,91 *g* wog, betrug das Gewicht der gleichen Sorte aber aus der Samenhandlung von Wedel & Co. in Bromberg stammend 3,51 *g*. Auch beim Magdeburger Weisskohl ergab sich eine Gewichtsdifferenz zwischen zwei Proben genannter Bezugsquellen von 0,76 *g*. Ebenso traten immerhin nennenswerte Gewichtsunterschiede bei gleichen Sorten gleicher Bezugsquelle aber verschiedenen Proben ein. So ergab sich u. a. beim Braunschweiger Weisskraut aus Posen (gezeichnet Sack 4) ein Gewicht von 3,91 *g* und bei einer anderen Probe (gezeichnet Sack 5) ein solches von 3,52 *g*.

Ordnet man die für die verschiedenen Weisskohlsorten gefundenen Gewichte (Mittelzahlen) nach ihrer Grösse, dann würde sich ergeben: Dithmarscher 4,16 *g*, Casseler 3,82 *g*, Braunschweiger 3,65 *g* und Magdeburger 3,39 *g*.

Infolge der geringen Gewichtskonstanz bei der gleichen Kohlart und der Variabilität des Gewichtes bei den verschiedenen Kohlvarietäten lässt sich die Gewichtsgrösse kaum als ein nennenswertes, unterscheidendes Merkmal nach dieser Richtung hin heranziehen. Wenn man der Samenschwere überhaupt eine Bedeutung für die Untersuchung beimessen will, so dürfte dieses nur als Anhaltspunkt für die extremsten Gewichtsgrössen angezeigt sein, d. h. man wird mit Hilfe des Gewichtes innerhalb der Gattung Brassica nur Raps, Stoppelrüben und Kohl annähernd voneinander unterscheiden können.

Samengrösse und -gewicht sind, wie sich aus einem Vergleich der betreffenden Tabellen ergibt, keine korrespondierenden Faktoren. Nur bei den Raphanusarten stimmen sie vollkommen überein und annähernd bei Stoppelrüben und Wrucken, während die übrigen Samen mehr oder weniger grosse diesbezügliche Schwankungen aufweisen. Beispielsweise steht der Casseler Weisskohl u. a. nach seiner mittleren Samengrösse in unserer Tabelle an fünfzehnter Stelle, nach seiner Schwere jedoch an achter und ebenso der Braunschweiger Weisskohl (Posen Sack 3) an neunzehnter und elfter Stelle.

4. Farbe der Samen.

Die Samenfarbe versagt als Erkennungszeichen für bestimmte Arten bei Untersuchung von Samengemischen vollkommen, da die Farbennuancen einzelner Körner oft ausserordentlich stark schwanken. Ausserdem tritt die Farbe des Einzelkornes hier auch viel zu wenig deutlich hervor. Andererseits ist es aber bei reinen, unvermischten Samenproben, namentlich

mit Hilfe von entsprechendem Vergleichsmaterial, in vielen Fällen sehr wohl möglich, an der Samenfarbe festzustellen, ob die fragliche Probe dieser oder jener Art angehört. Voraussetzung bei allen derartigen Unterscheidungsversuchen ist natürlich, dass vollkommen ausgereifte und daher ausgefärbte Samen vorliegen. Ist dies nicht der Fall, sondern handelt es sich um unausgereifte oder sehr stark ungleichmässig ausgereifte Samenkörner, dann wird die Samenfarbe selbstredend für die Bestimmung an Wert mehr oder weniger verlieren. Nicht jeder Beobachter wird jedoch ohne weiteres in der Lage sein, die Samenfarbe für die Bestimmung nutzbringend zu verwerten, denn es gehört immerhin ein etwas feiner ausgeprägter Farbensinn hierzu.

Die Farbe der Samen wird durch einen in tieferen Schichten der Testa (Samenschale) gespeicherten bräunlichen Farbstoff bedingt. Hauptsächlich erstreckt sich die Ansammlung dieses bräunlichen Pigments auf die sog. Stäbchenschicht (vgl. Abschnitt Anatomie) und auf eine direkt unter ihr befindliche besondere Pigmentschicht.

Ohne weiteres leicht kenntlich an ihrer blauschwarzen, etwas glänzenden Färbung sind die Samen von Raps, die sich hierdurch von den meisten übrigen Samen der Gattung Brassica sehr vorteilhaft abheben. Auch die Kohlarten, mit Ausnahme von Wirsing und Kohlrabi, ermöglichen ein Erkennen dadurch, dass ihre bräunlichen Grundfarben — von allen anderen Arten abweichend — deutlich in „grau“ spielen. Dieser eigenartige graue Stich fehlt, wie gesagt, bei Kohlrabi und Wirsing vollkommen und ihre Farbe schwankt zwischen heller oder dunkler rotbraun. Namentlich bei einem Vergleich mit anderen Kohlsamen ergeben sich diese Farbunterschiede sehr deutlich. Graue Farbanflüge zeigten in unseren Proben die verschiedenen Sorten von Weisskohl (Magdeburger, Cassler, Braunschweiger, Dithmarscher), Rotkohl, Grünkohl und Baum- oder Kuhkohl. Kohlrabi und Wirsing unterscheiden sich etwas dadurch voneinander, dass die Samen des ersteren im allgemeinen dunkler im Kolorit sind.

Rübsen und Wrucken besitzen schwärzlich- bis rötlich-braune Färbungen und lassen sich kaum oder besser garnicht deutlich voneinander trennen. Ebenso weisen die Stoppelrüben ähnliche Farbentöne auf und sind hiernach schwierig von jenen zu unterscheiden, wenn man nicht als Hilfsmittel für die Unterscheidung ihre Kleinheit mit in Betracht zieht.

Die beiden zur Gattung Raphanus gehörigen Arten weichen von den Brassicaarten ohne weiteres in Farbe und ebenso der beträchtlichen Grösse ab. Sommer- und Winterrettig sind fleischfarben, ziegelrötlich oder graurot, Radies mit gleichen, aber mehr ins gelbliche spielenden Farbentönen. Beim Vergleich beider Samen ist auch hier unter Umständen eine Unterscheidung möglich.

5. Anatomie der Samenschale.

Über den anatomischen Bau der Samenschale oder Testa liegen bereits Untersuchungen von SCHRÖDER (l. c.), SEMPOLOWSKI (Landw. Jahrb. 4.

Preuss. Staates, Bd. III, 1874, S. 854), Haberland (Wissenschaftl. prakt. Untersuchungen, I, 1875, S. 171) und Harzer (Landw. Samenkunde, Bd. II, 1885, Berlin) vor. Alle diese Publikationen zeigen, dass die anatomischen Verhältnisse im Bau der Testa systematisch verwertbare Anhaltspunkte für die Bestimmung der Samen liefern können. Auch unsere eigenen Untersuchungen bringen eine Bestätigung hierfür. Wie schon eingangs erwähnt, besteht für die Gattung Brassica auf Grund der Schalenanatomie die Möglichkeit, sie in drei verschiedene Gruppen zu trennen, und zwar: 1. in Br. napus und rapa, 2. Br. oleracea und 3. in Br. nigra vulgaris. Weitere Unterscheidungen innerhalb dieser 3 Gruppen erschienen jedoch ausgeschlossen und führten unsererseits daher zur nochmaligen Prüfung der Schalenanatomie an entsprechenden Mikrotausschnitten.

a) Gruppe Br. rapa und napus nebst Varietäten.

Bei Br. rapa und napus und allen hierher gehörigen Varietäten lassen sich an den Schnittbildern verschiedene, scharf voneinander gesonderte Zellschichten unterscheiden. Von innen nach aussen betrachtet erhalten wir zunächst bei allen, auch den weiter unten noch zu besprechenden Arten, eine Gruppe von mehr oder weniger regelmässig gestalteten Endospermzellen. Diese Zelllage setzt sich sodann in eine aus ein bis zwei Reihen stark komprimierter Zellen bestehende Schicht fort, deren Zellen stets einen bräunlichen Farbstoff führen und die an der Pigmentierung der Samen den Hauptanteil nimmt, weshalb man sie auch kurzweg als Pigmentschicht bezeichnen könnte. Bei den Rapa- und Napusarten verläuft die Pigmentschicht gegen die Endospermüberreste relativ gradlinig, während sie bei Br. oleracea meist etwas zackig gegen das Endosperm vorspringt. Harzer schlägt die geschilderten Verhältnisse als Unterscheidungsmomente für Br. rapa und napus einerseits und Br. oleracea andererseits vor. Im allgemeinen stimmen diese Annahmen. Nicht immer jedoch erscheint das Vorspringen der Pigmentschicht sehr scharf und deutlich zu sein, wie beispielsweise ein Blick auf unsere Abbildung vom Kohlrabi dartut, während es bei den übrigen Kohlarten wieder deutlicher wird.

Anschliessend an die Pigmentschicht folgt eine Zelllage ganz typisch gestalteter, brauner Sklerenchymzellen, mit mehr oder weniger starker Wandverdickung. Nach der Gestalt dieser Sklerenchymzellen hat man sie als Stäbchenzellen oder Stäbchenschicht bezeichnet. Ihre Form im einzelnen, ebenso ihre Membranverdickungen, wechselt relativ stark, ohne dass es aber möglich wäre, hieraus bestimmte, feststehende Unterschiede für die einzelnen Arten und Varietäten zu konstruieren. Nach aussen zieht sich über die Stäbchenzellen endlich eine weitere Schicht, die auf den ersten Anblick für eine stärkere Kutikularbildung gehalten werden könnte. Letzteres ist in der Tat aber nicht der Fall, denn bei näherer Untersuchung ergibt sich, dass sie aus 1—3 Reihen stark zusammengedrückter Zellen besteht, welche sich nach der Aussenseite hin nur durch eine schwache Kutikula abgrenzt. Diese Zellschicht ist nun das wesentliche

und charakteristische Erkennungszeichen für Br. rapa und napus. Sie ist so ausserordentlich typisch, dass sie eigentlich nur alleine, abgesehen von den immer etwas unsicher erscheinenden oben erwähnten Strukturverhältnissen der Pigmentschicht, eine wirklich brauchbare Basis für die Trennung der Arten abgibt (Tafel I, Abb. 2).

Führt man die mikroskopischen Schnitte in der Weise durch die Testa, dass die Stäbchenzellen quer getroffen werden, also von oben die Grössenverhältnisse der Lumina erkennen lassen, so zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen den erhaltenen Bildern von Br. napus und rapa. Während die doppelt konturierten Wände der Stäbchenzellen bei Br. napus und dessen Varietäten weitlumig und eckig sind, erscheinen die Lumina von Br. rapa ganz bedeutend kleiner und kreisförmiger oder runder bzw. länglich rund (Tafel I, Abb. 3).

Soweit ersichtlich, hat zuerst HARZER (l. c.) auf diese Unterschiede aufmerksam gemacht. „Bei einiger Übung“ — schreibt HARZER — „ist dieser Charakter geeignet, die Samen dieser Art von den Samen von Br. rapa mit Sicherheit zu unterscheiden“, und weiter: „Es lassen sich demnach die Samen der beiden Brassicaarten, Br. napus und rapa, mit einiger Leichtigkeit sicher voneinander unterscheiden. Die Samen verschiedener Varietäten aber lassen sich mit Sicherheit nicht voneinander unterscheiden.“ Bei den Varietäten von Br. napus trifft dies vollkommen zu. Nach unseren Befunden könnte man aber doch auch unter Umständen Rüben und Stoppelrüben am mikroskopischen Bild der Stäbchenzellenlumina erkennen. Während nämlich bei letzteren, wie auch unsere Abbildung zeigt, die stark verdickten Membranen der Stäbchenzellen bis zum Zelllumen gleichmässig dunkelgelb-braun gefärbt sind, sind die Lumina bei ersterem mit einem helleren Hof umrandet, der sich dann erst in die dunklere Bräunung der Membranen fortsetzt. Selbstredend wird man sich nicht mit diesen Unterschieden alleine bei der Bestimmung der Samen begnügen dürfen, sondern wird auch alle andern Charakteristika, soweit solche vorhanden, zum Vergleich heranziehen.

b) Gruppe Brassica oleracea.

Bis auf die im anatomischen Bau abweichende äussere Zelllage erhalten wir für die Oleraceaarten den gleichen Bautypus wie bei der vorhergehenden Gruppe. An die Zellschichten des Endosperms schliesst sich die aus mehreren Zelllagen bestehende Pigmentschicht, die hier aber nicht so gradlinig wie bei Gruppe I verläuft, worauf wir ja bereits schon hingewiesen haben. Dann folgt die Stäbchenschicht, über deren Ausbildung nichts besonderes zu erwähnen wäre und anschliessend hieran eine aus 2 Reihen gedrückter gelblicher Zellen bestehende Schicht, die der äusseren Zelllage bei Gruppe I entsprechen dürfte. Abweichend von der Struktur der Gruppe I ist jedoch bei der Oleraceagruppe das Hinzukommen einer neuen, aus farblosen Zellen gebildeten Schicht. Gerade diese ist es, wie ein Blick auf unsere Abbildungen lehrt, welche einen ganz krassen Unter-

schied zwischen beiden Gruppen bildet (Tafel II, Abb. 4). Über die Gestaltsverhältnisse besagter Zelllage orientiert unsere Zeichnung wohl ohne weiteres. Speziellere Unterschiede bei den einzelnen Varietäten der Br. oleracea ergeben sich aus der Schalenanatomie jedoch nicht. Zwar wechselt die Höhe der Zellen dieser Aussenschicht häufig und oft ganz beträchtlich, aber charakteristische Werte kommen diesem Wechsel nicht zu. Das gleiche gilt auch bezüglich der Vorsprünge der Pigmentschicht gegen die Endospermzellen. In einigen Fällen mehr gerade verlaufend, wie in unserer Abbildung beim Blätterkohl, wird sie bei anderen stärker ausgeschweift, wie beim Weisskohl.

Auch die Grösse des Lumens der Sklerenchymzellen bietet keine besonderen Anhaltspunkte, die von Belang für eine Unterscheidung der Varietäten sein könnten. Sowohl bei Rot-, Weiss-, Wirsingkohl und anderen resultiert aus den betreffenden Schnitten immer annähernd ein gleiches Bild, wie die Abb. 5 zeigt (Tafel II, Abb. 5). Alles in allem genommen bietet die Anatomie der Testa also keine Möglichkeiten, auch nur annähernd zu sagen, um welche Kohlvarietäten es sich bei den diesbezüglichen Untersuchungen event. handeln könne.

c) Gruppe Br. nigra vulgaris.

Für diese Gruppe lag uns leider kein Untersuchungsmaterial vor. Sie unterscheidet sich nach SCHRÖDER durch ihren am kompliziertesten gestalteten Samenschalenbau ohne weiteres von den übrigen Gruppen und sind diese auffallenden Unterschiede aus der nachstehenden, SCHRÖDER entnommenen Abbildung leicht ersichtlich und bedürfen keiner weiteren Interpretation (Tafel II, Abb. 6).

d) Gruppe Raphanus.

Die Samen der Gattung Raphanus unterscheiden sich ja schon rein äusserlich durch Form, Farbe und Grösse so auffallend von denen der Gattung Brassica, dass die Anatomie der Testa hierzu garnicht in Frage kommt. Wenn wir hier die erhaltenen mikroskopischen Bilder für Raphanus trotzdem anführen (Tafel III, Abb. 7), so hat dies lediglich seinen Grund darin, um an der Hand dieser zu zeigen, dass keine anatomischen Unterschiede zwischen den Raphanusarten und -varietäten vorliegen. Der speziellere Bau bedarf nach dem bisher Gesagten keinerlei weitere Erklärungen. Auch das Lumen der Stäbchenzellen spielt für die Erkennung einzelner Varietäten keine Rolle, sondern verhält sich in allen untersuchten Fällen annähernd gleich. Wenn wir unseren anatomischen Prüfungen der Testa an Mikrotomschnitten verfolgten, so soll damit keineswegs gesagt sein, dass man hierzu solche auch für die Praxis der Samenkontrolle benötige, es kann vielmehr jeder Handschnitt die gleichen Dienste leisten. Da die Samen zum Schneiden etwas hart und spröde sind, empfiehlt es sich, sie zu diesem Zwecke in ein Korkstückchen einzuklemmen.

6. Keimung.

Infolge der teilweise geringen Anhaltspunkte für die Bestimmung der Samen als solche dehnten wir unsere Untersuchungen auch auf die Keimverhältnisse aus, um dadurch, wo notwendig, noch weitere Unterlagen für die Feststellung einzelner Varietäten event. zu gewinnen. In der ersten Keimentwicklung der Samen zeigte sich jedoch, wie zu erwarten, keine nennenswerte Differenzierung. Das Austreten und die Entwicklung des Würzelchens, die Bildung der Wurzelhaare usw. ergaben annähernd überall die gleichen Verhältnisse. Ebenso brachte die Entfaltung der Plumula keine Unterschiede bei den keimenden Samen. Wichtig ist die Keimung für die Praxis vielleicht nur insofern, als sich daran leicht Rot- und Weisskohl unterscheiden lassen, da ersterer bekanntlich rot gefärbte Stengelchen ausbildet, während dieses bei letzterem nicht der Fall ist.

a) Kotyledonen.

Die Keimblätter erscheinen auf den ersten Blick wenig geeignet zu sein, eine Handhabe für die Bestimmung zu bieten, da ihre Form ziemlich einheitlich und gleichmässig gestaltet zu sein scheint. Betrachtet man sie jedoch aufmerksamer und vor allen Dingen vergleichsweise miteinander, dann ergeben sich, wenn auch nur kleinere Abweichungen, die sich vielleicht in besonderen Fällen praktisch verwerten lassen. Die Gattung Raphanus weicht von der Gattung Brassica dadurch ab, dass die Blattstiele der Kotyledonen vereinzelt Borstenhaare tragen, während bei den Brassicaarten jegliche Trichombildung fehlt und die Blattstiele gleichmässig und vollkommen kahl sind.

Zwischen Br. napus und rapa auf einer Seite und den Oleraceaarten auf der andern bestehen z. T. Unterschiede in der Form der Blattspreite. Sie erweist sich bei Rübsen, Raps und Stoppelrüben als deutlich umgekehrt nierenförmig, mit schärferem, beinahe rechtwinkligem Einschnitt an der Blattbasis. Die Kotyledonen von Weiss-, Rot- und Blätterkohl und Kohlrabi haben dagegen im allgemeinen eine mehr umgekehrt herzförmige Gestalt der Spreite mit stärker oder schwächer ausgebildetem, nierenförmigem Apikialausschnitt. Die Übergänge vom Blattstiel in die Spreite vollziehen sich hier allmählicher, sie zeigen also nicht die scharfen rechtwinkligen Einbuchtungen am Blattgrunde wie bei den vorher genannten Arten (Tafel III, Abb. 8). Beim Wirsing, Kuhkohl und den Wrucken kommen diese Details weniger zum Ausdruck, da die Form ihrer Kotyledonen häufig von umgekehrt nierenförmig zu umgekehrt herzförmig wechselt. Man könnte sie gewissermassen als Übergangsformen zwischen den beiden oben angeführten Blatttypen bezeichnen. Ihre Apikalausschnitte sind ebenfalls nierenförmig, aber ihre den Blatthabitus bedingende Basis geht in einem Falle allmählich in den Stiel über, im andern kommt es wiederum zu einem ausgeprägteren Absetzen gegen den Blattstiel. Näheres über die Verschiedenartigkeit der Gestalt bei den einzelnen uns interessierenden Keimblättern ergibt sich aus unserer Abbildung. Bezüglich der Verwendung dieser Charakteristika

für die Bestimmung der Samenart ist jedoch beachtenswert, dass man derartige Vergleiche nur an Blättern anstellen kann, die sich in der ersten Entwicklungsperiode befinden, da sich mit fortschreitendem Wachstum die betreffenden Unterschiede wieder stärker verwischen und an Deutlichkeit ganz erheblich verlieren. Auch hier wird es sich empfehlen, die vorzunehmenden Bestimmungen nicht ausschliesslich auf die Ausbildungsunterschiede der Kotyledonen zu gründen, sondern sie vielmehr nur im Zusammenhang mit den übrigen Unterscheidungsfaktoren zu Rate zu ziehen.

b) Laubblätter.

Weit grössere Unterschiede wie bei den Kotyledonen herrschen natürlich bezüglich Gestalt, Behaarung und Färbung bei den Laubblättern. Was zunächst die Ausbildung von Trichomen anbelangt, ist zu erwähnen, dass sämtlichen Kohlarten eine Behaarung vollkommen fehlt. Die noch verbleibenden Arten sind alle behaart und zwar teilweise auch unterschiedlich. Wo sich an den Blattorganen irgend welche Haarbildungen zeigen, handelt es sich stets um Borstenhaare. Auf der Blattunterseite haben sie, mit Ausnahme beim Radieschen, ihren Sitz auf den Nerven. Die Radieschen sind im Vergleich zu den übrigen Rettigarten auffallend stark behaart und hierin schon von jenen leicht zu erkennen. Dazu kommt ferner, dass sich die Behaarung der Blattunterseite nicht nur wie beim Rettig auf die Nervatur erstreckt, sondern sich gleichmässig über die gesamte Lamina verteilt. Für Wrucken, Stoppelrüben und Rübsen ergeben sich keine fassbaren Behaarungsunterschiede. Raps fällt durch seine sehr spärliche Ausbildung von Haaren auf. Bei einigen Blättern kann diese sogar gänzlich fehlen.

Die Blattfarbe tritt nur bei wenigeren Arten direkt unterschiedlich auf. Im allgemeinen zeigen Rettig, Radieschen und Rübsen mehr hellgrüne Blattfärbungen, die bei Stoppelrüben und Raps ganz auffallend ins gelbgrüne gehen. Wrucken, Grünkohl und Rotkohl sind mehr oder minder stark blaugrün gefärbt. Alle anderen Kohlarten besitzen einen eigenartigen Schimmer von graugrün.

Die in Frage kommenden Blattformen ergeben sich am besten aus den beigefügten Abbildungen, die nach Selbstdrucken der betreffenden Blätter auf photographischem Papier angefertigt wurden (Tafel IV, Abb. 9). Hiernach ergeben sich zunächst Formunterschiede für Rettig und Radieschen. Die Blätter von letzteren sind ungleich breiter als diejenigen des ersteren. Ferner tritt aber auch die Teilung der Spreiten beim Rettig viel früher als beim Radieschen ein. In dem ersten Entwicklungsstadium zeigen die Blätter von Rübsen, Stoppelrübe und Wrucken wenig augenfällige Abweichungen in ihrer Gestalt. Wo sich überhaupt hierin Unterschiede bemerkbar machen, setzen diese erst mit fortschreitendem Blattwachstum ein. Raps behält annähernd die gleiche Blattform bei jüngeren und älteren Blättern. Stärkere Übereinstimmungen in der Blattform, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, zeigen die jugendlichen Rapsblätter eigentlich nur mit denen der Stoppelrübe.

Im weiteren Entwicklungsverlauf lassen sich Rübsen und Raps an der verschiedenen Blattform leicht erkennen. Ungünstiger liegen jedoch die Verhältnisse bei Stoppelrübe und Wrucke. Hier ist leider eine scharfe Trennung beider nach dem Blatthabitus nicht ohne weiteres angängig.

Unter den Varietäten der Kohlarten zeichnet sich vor allen Dingen der Grünkohl durch seine Blattform aus. Der stark gekräuselte Blattrand und die wellige Beschaffenheit der Spreite sind so typische Erscheinungen, dass man hieran mit grosser Bestimmtheit ihn leicht erkennen kann. Unschwer dürfte auch der Kohlrabi an seinen schmäleren Blattformen aus den übrigen Kohlarten herauszufinden sein. In den Blattformen von Wirsing und Kuhkohl herrscht dagegen wiederum eine relativ grosse Übereinstimmung. Hin und wieder erscheint der Kuhkohl zwar im Blatte etwas breiter, für praktische Bestimmungsmöglichkeiten kommen diese minimalen Abweichungen aber nicht in Betracht. Ein ganz ähnliches Verhältnis besteht auch unter den Blättern von Weiss- und Rotkohl. Auch hier weichen die Blattformen so wenig von einander ab, dass sie für unsere Zwecke keine Bedeutung erhalten. In letzterem Falle werden die Unterscheidungsschwierigkeiten nach der Form der Blätter praktisch allerdings weniger fühlbar, da sich beide Varietäten ja genügend deutlich durch ihre verschiedene Blattfärbung ermitteln lassen.

Fassen wir unsere Untersuchungsergebnisse noch einmal kurz zusammen, dann ergibt sich daraus zunächst eine Bestätigung der Arbeiten SCHRÖDERS, und zwar insofern, als man auf Grund der Samenschalenanatomie die Gattung Brassica in drei gesonderte, scharf umschriebene Typen teilen und auf diesem Wege Anhaltspunkte für die Artbestimmung der zu untersuchenden Samen gewinnen kann. Mit Ausnahme der anatomischen Differenzen im Lumen der Sklerenchymzellen von Br. napus und rapa und einigen Varietäten derselben, liegen bei den übrigen Arten keine solchen vor.

Die Morphologie der Samen bietet im grossen und ganzen keine genügende Handhabe für eine präzise Bestimmung derselben und empfiehlt es sich daher, auch die Entwicklung der jungen Pflanzen von Fall zu Fall zu berücksichtigen. In Verbindung mit dieser und auf Grund der anatomischen und morphologischen Verhältnisse bei verschiedenen Samen, wird man aber doch meist in der Lage sein, die Abstammung der Untersuchungsproben mit der nötigen Sicherheit zu eruieren.

Um gleich von vornherein darüber orientiert zu sein, nach welcher Richtung hin sich die betreffende Untersuchung hauptsächlich zu erstrecken und ihr Hauptaugenmerk zu richten hat, haben wir die gefundenen Anhaltspunkte in nachstehender Tabelle kurz zusammengestellt:

Sorte	Samenfarbe	Samengrösse. Durchschnitt *mm*	1000-Korngewicht im Mittel *g*	Anatomie der Samenschale Gruppe	Lumen der Stäbchenzellen	Keimling	Keimblätter	Farbe	Laubblätter Behaarung	Laubblätter Form
Weisskohl	bräunlich-grau	1,5—2	3—4	II	—	—	umgekehrt herzförmig	grau-grün	—	—
Rotkohl	bräunlich-grau	1,5—2	3—4	II	—	rote Stengelchen	umgekehrt herzförmig	blau-grün	—	—
Wirsing	rotbraun	1,5—2	2,5—4	II	—	—	—	graugrün	—	—
Kuhkohl	bräunlich-grau	1,5—2	3—4	II	—	—	—	grau-grün	—	—
Grünkohl	bräunlich-grau	1,5—2	2,5—3	II	—	—	umgekehrt herzförmig	bläulich-grün	—	Blattrand kraus, Spreite wellig
Kohlrabi	rotbraun	1,5—2	3—4	II	—	—	umgekehrt herzförmig	grau-grün	—	Blätter schmäler wie bei den anderen Kohlarten
Raps	blauschwarz-glänzend	1,5—2	4—4,5	I	weitlumig, eckig	—	umgekehrt nierenförmig	gelb-grün	sehr spärliche Borstenhaare	leierförmig
Wrucke	schwärzlich- bis rötlich braun	unter 1,5	2,5	I	" "	—	—	bläulich-grün	beiderseits borstig, auf der Unterseite die Haare nur auf den Nerven	—
Rübsen	schwärzlich- bis rötlich braun	1,5—2	3	I	kleinlumig, rundlich mit hellerem Hof um das Lumen	—	umgekehrt nierenförmig	hell-grün	schwach borstig	fiedrig zerteilt, mit grossem Endlappen
Stoppelrübe	schwärzlich- bis rötlich-braun	unter 1,5	1—2	I	wie vorher, aber ohne helleren Hof um das Lumen	—	umgekehrt nierenförmig	gelb-grün	" "	—
Rettig	fleischfarben ziegelrötlich, graurot	über 2	über 7	IV	—	—	Stiele der Keimblätter mit vereinzelten Borstenhaaren	hell-grün	borstig, auf Unterseite Haare nur auf den Nerven	Blätter schmäler wie bei Radies, gefiedert
Radies	wie vorher, aber mehr gelblich	über 2	über 7	IV	—	—		hell-grün	stark behaart, Haare ober- u. unterseits auf der ganzen Spreite	Blätter breit, Fiederung tritt erst in sehr vorgeschrittener Blattentwicklung ein.

Aus dem Institut für landwirtschaftliche Pflanzenproduktionslehre der Universität Breslau.

Die Ernährungswirtschaft im Kriege.

(Eine Studie zur Kriegswirtschaft.)

Von

F. Berkner.

A. Theoretische Grundlagen für kriegswirtschaftliche Massnahmen auf dem Gebiete der Ernährungswirtschaft.

Einleitung.

Als wir im August 1914 in den Weltkrieg eintraten, erntete unsere in ihrem inneren Aufbau vollkommene militärische Rüstung nicht nur die Anerkennung der Fachleute und wenigen Eingeweihten des Feldheeres, sondern erregte auch die Bewunderung der ganzen werktätigen Bevölkerung und das Staunen feindlicher und neutraler Staaten.

Mit der Präzision eines Kunstwerks aus Meisterhand griff das komplizierte Räderwerk der militärischen Organisation ineinander und legte rühmendes Zeugnis ab von der Gründlichkeit, Gewissenhaftigkeit, der Sach- und Fachkenntnis, mit der alle *militärischen* Stellen des Grossen Generalstabes des Feldheeres im Frieden den Krieg vorbereitet hatten, um ihn *militärisch* nicht verlieren zu können.

Unsere militärische Rüstung war vollkommen — bis auf die in der Marneschlacht fehlenden Bataillone!

Dagegen versagte unsere *wirtschaftliche Mobilisation* völlig. Wir gingen in Welt- und Wirtschaftskrieg ohne technische Vorbereitung.

Dass das geschehen konnte, beruht in überwiegendem Maſse auf den *mangelhaften Grundlagen volkswirtschaftlicher Erkenntnis*, welche bei Kriegsbeginn Beamte und Bevölkerung besassen und die auch bei den militärischen Stellen dadurch zum Ausdruck kam, dass weder im grossen Generalstab noch im Kriegsministerium im Frieden eine volkswirtschaftliche Abteilung bestand.

Die Erfahrung dieses Weltkrieges hat auch gelehrt, dass die Wahrheit des bekannten Ausspruches, zum Kriegführen gehöre Geld und Geld und wiederum Geld, auf das Zeitalter der modernen Kreditwirtschaft nicht mehr passt. Sein Verlauf hat gezeigt, dass es sehr viel richtiger gewesen wäre, anstatt einen Geldschatz im Juliusturm anzuhäufen, mit seiner Hilfe

Deutschlands Weltwirtschaft rechtzeitig für den Kriegsfall durch Sicherstellung von Rohstoffen und Fertigfabrikaten und Speicherung von Lebensmitteln auf eine geschlossene Volkswirtschaft einzustellen.

Nur durch das Fehlen allgemeiner volkswirtschaftlicher Bildung im Volke und bei den meisten Verwaltungsbeamten ist es zu erklären, dass wichtige kriegswirtschaftliche Massnahmen verhältnismässig spät in Angriff genommen, manche ganz unterlassen wurden, dass über die einzuschlagenden Wege die grössten Meinungsverschiedenheiten und Zweifel herrschten, dass viel aneinander vorbeigeredet und geschrieben wurde und schliesslich sich ein Wulst von Verordnungen und Erlassen über das Volk ergoss, in dem sich schliesslich niemand mehr zurecht fand.

Weil die Quellen der volkswirtschaftlichen Erkenntnis sich dem deutschen Volke erst sehr spät, erst infolge der von England betriebenen Ausdehnung des Weltkrieges auf das Wirtschaftsgebiet und Abdrosselung Deutschlands von dem Weltverkehr erschlossen, herrschte Unsicherheit in der Heimat wie bei den Versorgungsstellen des Feldheeres, Unsicherheit bei den Wirtschaftsämtern der Etappentruppen, Unsicherheit auch bei den Zivilverwaltungen in den besetzten Gebieten.

Wenn sich trotz mangelhafter Vorbildung und Schulung der leitenden Persönlichkeiten das deutche Wirtschaftsleben mit bewundernswürdiger Schnelligkeit und Energie auf die neuen Verhältnisse eingestellt hat, und in der Heimat wie draussen im Feindesland noch Erspriessliches geleistet ist, so stellt das zwar dem deutschen Organisationstalent ein glänzendes Zeugnis aus, es ändert aber nichts an der Tatsache, dass eine reibungslosere Anpassung an die durch die Kriegsereignisse gegebenen Verhältnisse hätte erreicht und mannigfache Missgriffe hätten vermieden werden können.

Am meisten Unklarheit hat während des Krieges wohl beim grossen Publikum geherrscht über die Gesetze, welche den Preis von Gegenständen des täglichen Bedarfs und aller sonstigen Waren der Wirtschaft eines Volkes gestalten und bewegen.

Aber auch sonst hat die „grosse Masse“ der Bevölkerung, wie leider auch ein sehr erheblicher Teil der führenden Schicht, der „Intelligenz“, den Wechselbeziehungen, welche zwischen Produktion, Handel und Konsumtion in einer Volkswirtschaft bestehen, mit geringen Ausnahmen so verständnislos gegenübergestanden, dass es mir notwendig erscheint, zunächst die theoretischen Grundlagen zu erörtern, nach welchen in einer geschlossenen Volkswirtschaft während der Dauer eines Krieges von so gewaltigen Dimensionen die wirtschaftlichen Massnahmen einzurichten sind.

Erst, wenn das geschehen ist, kann die praktische Nutzanwendung mit schlüssiger Sicherheit aus den wissenschaftlichen Darlegungen gezogen und in die Schilderung der in einem kleinen Gebiet mit abgeschlossener Volkswirtschaft mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Bevölkerung des besetzten Gebietes einerseits und den dringlichen Heeresbedarf und die Erfordernisse der heimischen Wirtschaft andererseits getroffenen kriegswirtschaftlichen Massnahmen eingetreten werden.

I. Preisverhältnisse in Krieg und Frieden.

1. Preisbildung.

Der *Preis* einer Ware wird festgestellt durch das gegenseitige Abwägen der Ansprüche des Käufers und Verkäufers.

Herrscht *freie Konkurrenz*, d. h. stehen beide Parteien, Verkäufer und Käufer, sich völlig frei gegenüber, ist der Bedarf bei beiden gleich dringlich, besteht wirtschaftliches Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage, Vorrat und Bedarf, kann die Gütererzeugung beliebig verändert, ein bestimmtes Gut durch ein anderes leicht ersetzt oder vertreten werden, ist also sein Verbrauch nach oben und unten dehnbar, so *wird der Preis auf die Herstellungskosten zuzüglich dem ortsüblichen Gewinn* durch das sich gegenseitige Über- und Unterbieten der Konkurrenten *herabgedrückt werden.*

Darüber hinaus wird er nicht wesentlich und nicht auf die Dauer steigen, auch sich nicht lange darunter halten können.

Steigt der Preis über das erwähnte Minimum hinaus, so wird sich ein Kranz neuer Personen der Produktion dieser Ware zuwenden, um an dem „aussergewöhnlichen" Gewinn zu profitieren. Das Angebot wird sich also steigern. Der erhöhte Preis wird aber die Zahl der Konsumenten vermindern, weil viele den höheren Preis nicht zahlen können oder wollen. Nimmt die Zahl der Käufer nun wiederum ab, so wird der eine oder andere Verkäufer geneigt sein, seine Ware billiger zu verkaufen, um sie los zu werden.

Der billigere Preis lockt neue Käufer auf den Markt, denen bisher die Waren zu teuer waren. Sie werden also im Verein mit den bisherigen Abnehmern die Nachfrage steigern, die schon bei gleichbleibendem, noch mehr bei fallendem Angebot den Preis wiederum in die Höhe schrauben muss.

Angebot und Nachfrage und Preis einer Ware stehen also in Wechselbeziehung und regeln sich gegenseitig.

Produktion und Absatz hören gänzlich auf, wenn der Preis die Herstellungs- bzw. Beschaffungskosten nicht mehr erreicht.

Nun werden jedoch die Güter, welche den gleichen Zwecken dienen, meist unter ungleichen Bedingungen hergestellt, d. h. die *Produktionskosten* stellen sich für die verschiedenen Hersteller *verschieden.*

In diesem Falle *wird der Preis durch die unter den ungünstigsten Verhältnissen arbeitenden Produzenten bestimmt*, welche noch zur Deckung des Bedarfs herangezogen werden müssen.

Steigt also z. B. infolge abnehmenden Vorrats (bei geschlossener Volkswirtschaft) und zunehmenden Bedarfs der Brotkornpreis so hoch, dass er auf „geborenem Waldland" die Produktionskosten übersteigt, dann wird auch dieses in Kultur genommen werden. Dann — aber auch nur dann — wird selbst die Bearbeitung dieser „ärmsten" Böden „lohnend" sein.

Die Grenzkosten bestimmen den Preis!

Will man also die *Produktion vermehren*, so muss man den *Preis* derart *erhöhen*, dass auch diejenigen noch produzieren können, welche wegen

22*

höherer Erzeugungskosten, ungünstiger Verkehrslage, unrationeller Methode und dergleichen bei den niedrigen Preisen nicht konkurrieren konnten.

Es ist einleuchtend, dass Güter, welche der Befriedigung gleicher oder ähnlicher Bedürfnisse dienen, dass Güter, welche sich leicht und genügend ersetzen oder vertreten können, nicht sehr abweichende Preise zeigen können.

Wird *also ein Verbrauchsgut teurer, dann werden auch alle Güter im Preise steigen müssen, welche als Ersatz zu dienen vermögen.* Erhöht sich z. B. der Marktpreis für Kaffeebohnen, so ziehen auch die Preise für seine sämtlichen Surrogate, wie gebranntes Getreide, gedörrte Zichorien und Zuckerrübenwurzeln, Spargelsamen und verschiedene Extraktivstoffe, an. Fallen die Preise für Gerste, so folgen ihnen sehr bald die Kartoffelpreise, weil beide Güter sich bei der Fütterung des Viehes bis zu einem gewissen Grade ersetzen können. Der Preissturz auf dem Petroleummarkt hat eine Ermässigung der Preise für Brennspiritus, Benzol, Karbid, Leuchtöl und dergleichen zur Folge. Ein erhöhter Butterpreis vermindert die Frischmilchabgabe und steigert also deren Preis. Ein im Verhältnis zum Hafer stark verminderter Gerstenpreis muss den Haferbau heben, den Gerstenbau lahmlegen usw.

Alle *diese Beziehungen zwischen Preis und Vorrat* und Bedarf einerseits und Abhängigkeit der Preise vertretbarer Güter zueinander andererseits *haben jedoch nur Gültigkeit*, so lange das freie Spiel der Kräfte noch nicht unterbrochen ist, also nur *bei freier Konkurrenz.*

Das Bild ändert sich jedoch wesentlich, wenn der *Vorrat beschränkt* oder der *freie Wettbewerb ausgeschaltet ist.*

Mehr oder weniger ist das aber im praktischen Leben stets der Fall. Erzeugung und Verbrauch vieler Güter des dringlichen Bedarfs kann gar nicht beliebig ausgedehnt oder eingeschränkt werden, und zwar um so weniger, je mehr, je schneller und je restloser eine auf Bezug von Übersee aufgebaute Volkswirtschaft vom Weltmarkt abgeschlossen und auf die Hilfsquellen des eigenen Landes angewiesen ist.

Es bestimmt dann der Käufer den Preis, welcher den höchstmöglichen Marktpreis noch ökonomisch gerechtfertigt findet. Der Preis hängt also ab von der Zahlungs*fähigkeit* und Zahlungs*willigkeit* des Verbrauchers. Je *dringlicher* der *Bedarf* eines Gutes wird, je *unentbehrlicher* es für den Verbraucher wird, um so mehr kann sein Preis über den Herstellungskosten gehalten werden.

Das *Dringlichkeits-* und *Seltenheitsmoment* greift demnach hart in die *Preisbildung* ein!

Die *unteren* Grenzen der *Preisbildung* sind für den Verkäufer durch die Herstellungskosten gegeben, die *oberen* Grenzen der *Preissteigerung* werden bestimmt durch die Zahlungsfähigkeit der Verbraucher.

Nun werden zwar die Herstellungskosten allein um so weniger ausschlaggebend auf die Preisbildung einwirken, je weniger ein direkter Güteraustausch zwischen Produzenten und Konsumenten stattfindet, je öfter

der Gegenstand von Hand zu Hand geht, je mehr also der Handel die Mittlerrolle zwischen Produktion und Konsumtion übernimmt und damit die Spekulation Einfluss auf die Gestaltung der Preise gewinnt, sie werden aber wiederum um so mehr zur Geltung kommen, je mehr Erzeuger aus dem Inland zur Deckung des Bedarfs herangezogen werden müssen, die *vor* der relativ grossen Preissteigerung ihrer hohen Produktionskosten, ungünstigen wirtschaftlichen Lage usw. wegen nicht konkurrenzfähig waren. Im Kriege, wenn die von allem Weltverkehr abgeschlossene Wirtschaft eines Volkes zur „abgeschlossenen Volkswirtschaft“ wird, tritt das alles um so schärfer und unvermittelter in die Erscheinung.

Die Preise werden jetzt um so schneller anziehen und um so sprunghafter in die Höhe gehen, je mehr und je schneller die Erzeugungsmittel teurer werden und die Arbeitslöhne steigen.

Die Steigerung wird noch vermehrt dadurch, dass infolge Rückganges der Produktion die Kosten für die Gütererzeugung anteilig erhöht werden.

Bei den innigen Wechselbeziehungen, welche zwischen *allen* Gütern einer Volkswirtschaft bestehen, kann es natürlich nicht ausbleiben, dass die Tendenz der Preissteigerung mehr oder weniger auf andere und schliesslich auf alle Gegenstände überspringt, die dem Güteraustausch dienen.

Das muss aber notwendigerweise ein Sinken der Kaufkraft des Geldes zur Folge haben und schliesslich zur allgemeinen Geldentwertung führen.

Es werden also *bei beschränkter Konkurrenz* die alten Preisregulatoren: Angebot und Nachfrage als die allein ausschlaggebenden Faktoren mehr und mehr ausgeschaltet. Der freie Wettbewerb zwischen Verkäufer und Käufer hört auf, im Preise kommt nicht mehr das Verhältnis von Vorrat und Bedarf zum Ausdruck, wird nicht mehr die „Marktlage“, sondern das *Übergewicht* gekennzeichnet, dass ein bestimmter Gruppenkreis von Verkäufern und Produzenten gegenüber dem grossen Gruppenkreis der Konsumenten gewonnen hat. *Die Preisbildung hat sich zur Machtfrage ausgewachsen* und drängt auf

2. Preisregulierung.

Diese Preisregelung hat zu erfolgen durch die oberen Gewalten. Sie muss eintreten, sobald die Gefahr besteht, dass durch das Übergewicht einer im Vergleich zur grossen und gleichbleibenden Masse der Verbraucher kleinen Gruppe von Versorgern dieser eine Monopolstellung erwächst, die es ihr gestattet, die Preise immer weiter in die Höhe zu schrauben. Die Notlage, in welcher sich der grösste Teil der konsumierenden Bevölkerung im Kriege z. B. gegenüber einem beschränkten Vorrat von Lebensmitteln befindet, kann und wird von der Klasse der Produzenten und Händler ausgenutzt werden, wenn dem nicht ein Riegel vorgeschoben wird.

Ein gut Teil der Schuld trifft freilich die Konsumenten selbst, denn dadurch, dass sie die Abnahme der beschränkten Vorräte mit Sorge verfolgen und nun einen Wettlauf um die Lebensmittel beginnen, werden die

Preise immer höher getrieben und steigen zuletzt so, dass die grosse Masse sie nicht mehr bezahlen kann.

In diese Entwicklung einzugreifen und ihr durch Normierung von Preisen eine obere Grenze zu setzen, ist Aufgabe und Pflicht der Behörden.

Es muss zugegeben werden, dass diese Notwendigkeit von den amtlichen Stellen in Deutschland rechtzeitig erkannt worden ist und ihren Ausdruck in dem Gesetz, betreffend die Höchstpreise vom 4. August 1914 gefunden hat, das dann mehrfach in seinen Bestimmungen ergänzt und verschärft worden ist.

Der Gesetzgeber wollte solchen Preissteigerungen entgegenwirken, „die nicht in der Natur der Verhältnisse begründet sind". Er dachte offenbar an die in allen Kriegen beobachtete Erscheinung, dass durch spekulative oder unlautere Machenschaften geschäftstüchtiger Persönlichkeiten die Preise, namentlich für die Gegenstände des täglichen Bedarfs, in die Höhe getrieben werden.

Offenbar hatte man nur mit einer kurzen Dauer des Krieges und mit einer nur vorübergehenden Störung des öffentlichen Erwerbslebens gerechnet und glaubte mit „allgemeinen Richtlinien" auszukommen.

Immerhin führte der staatliche Eingriff noch verhältnismässig früh zur Festsetzung von

a) Höchstpreisen.

Hat man sich aber einmal zur Einführung von Höchstpreisen entschlossen, dann müssen sie auch so festgesetzt werden, dass sie den wirtschaftlichen Verhältnissen „angemessen", d. h. in den vorhandenen Mengen von Vorrat und Bedarf begründet sind.

Sie müssen auch *rechtzeitig* eingeführt werden, um in ihrer festzusetzenden Höhe möglichst der tatsächlichen Marktlage angepasst zu werden und den Verbraucher nicht allzu sehr zu belasten.

Wir wollen uns klar zu machen versuchen, was geschieht, wenn nicht nach diesen Grundsätzen verfahren wird.

Die Höchstpreise müssen so bemessen sein, dass sie nicht nur die Versorgung der konsumierenden *Bevölkerung* zu „angemessenen" Preisen sicherstellen, sondern auch dem *Produzenten* und *Händler* einen den Verhältnissen angemessenen Nutzen lassen, weil man andernfalls eine Gefährdung der Versorgung zu fürchten hat.

Ist z. B. der Preis für Brotkorn infolge freier Preisbildung so hoch gestiegen, dass auch arme Waldböden zum Roggenbau haben herangezogen werden können, und wird der Höchstpreis so bemessen, dass jetzt die Erzeugungskosten auf dem kultivierten Waldboden den Roggenpreis überschreiten, so fällt diese Kategorie der Erzeuger für die Versorgung des Marktes aus. Sie werden den Roggen verschroten und verfüttern, um ihn in Fleisch, Milch usw. zu verwandeln, falls für diese Produkte Höchstpreise noch nicht bestehen. Ist dass jedoch der Fall, so hört entweder, wenn bei der Stoffveredelung die Erzeugungskosten nicht gedeckt werden,

die Produktion auf oder der Roggen geht in die Hand von „stillen Abnehmern“ über, um in geheime Roggenkaffeeröstereien oder Schnapsbrennereien verschoben zu werden.

In ähnlicher Weise wird man den Händler von der Versorgung des Marktes ausschalten, wenn ihm der Höchstpreis nicht ausser dem Ersatz der Beschaffungskosten einer Ware einen den Verhältnissen entsprechenden Gewinn gewährleistet. Derjenige Händler, welcher mit den *„höchsten“* Geschäftsunkosten arbeitet, wird also zunächst bei der Güterbeschaffung ausscheiden. Da er aber leben muss und verdienen will, wird er seine Ware dorthin zu führen trachten, wo keine Höchstpreise bestehen oder höhere Preise zu erzielen sind. Gelten die gleichen Höchstpreise für ein ganzes geschlossenes Wirtschaftsgebiet, so wird er sie „auf Lager“ nehmen in der Hoffnung, dass die Preise schliesslich doch hinaufgesetzt werden, oder aber, wenn ihn diese Hoffnung betrügt, sie unter der Hand „verschieben“.

Die Ware verschwindet dann vom Markt, geht der grossen Masse der Versorger verloren und findet schliesslich im *Schleich- oder Kettenhandel* einen zahlungsfähigen Abnehmer.

In beiden angezogenen Fällen hat also die Festsetzung des Höchstpreises ihren Zweck verfehlt, der Höchstpreis hat die Ware vom Markt vertrieben.

Die Festsetzung von Höchstpreisen, welche der Marktlage nicht entspricht, fördert die Interessen der Verbraucher demnach nur auf gewisse Zeit, schädigt sie aber auf die Dauer, weil sie die Erzeugung mindert.

Im Kriege kommt es aber letzten Endes nicht darauf an, dass *die Bevölkerung **billig** lebt*, sondern *dass die **Vorräte** auf die Dauer überhaupt zum Leben **reichen**!*

Wenn eine Ware also allmählich knapp wird, so wird sich ihr Verbrauch durch entsprechend höhere Preise vielfach derart einschränken lassen, dass sie den *dringendsten* Bedarf der gesamten Bevölkerung auch weiter deckt. Scheut man sich aber, die zum sparsamen Konsum zwingende Preiserhöhung vorzunehmen, so gelangen die Waren nicht weit über die Produktionszentren hinaus. Sie bleiben in deren nächster Nähe, so lange der dortige Verbraucherkreis noch aufnahmefähig ist. Gewisse Nahrungsmittel, wie Milch, Butter, Eier, Geflügel, Obst, Gemüse u. dergl. gelangen dann über die kleinen Landstädte kaum hinaus.

Wenn also nicht durch Ungleichmässigkeiten in der Preissetzung, welche der durch den Krieg bedingten besonderen wirtschaftlichen Lage nicht genügend Rechnung tragen, grosse Nachteile für Produktion und Konsumtion entstehen sollen, dann muss die Preisregulierung unter sorgfältigster Berücksichtigung der Produktions- und Marktverhältnisse vorgenommen werden.

Dass das nicht ganz leicht ist, liegt auf der Hand. Es muss deshalb auch das „System der Preisregulierung“ fein durchdacht und kunstvoll aufgebaut sein.

Da aber alle Güter der Produktion und Konsumtion in mehr oder weniger inniger Wechselbeziehung zueinander stehen, genügt es keineswegs, lediglich „richtige“ Höchstpreise für sie zu finden, es kommt im Gegenteil weit mehr darauf an, dass *die Höchstpreise im richtigen Verhältnis zueinander stehen.*

Wird das nicht genügend beachtet, so werden sich die Produzenten dem Anbau von Ersatzpflanzen, die Händler dem Vertrieb von Ersatzstoffen zuwenden. Da das zunächst nicht allgemein geschehen kann, so werden wenige Geschäftstüchtige, Kapitalkräftige und Eingeweihte die Zwangslage, in welcher sich die grosse Masse der Konsumenten befindet, zu eigenem Vorteil in rücksichtslosester Weise ausnutzen können. Es kommt zur

b) Monopolpreisbildung.

Diese aber ist volkswirtschaftlich am schädlichsten, weil sie als reine Privat-Monopolpreisbildung kaum eine obere Grenze kennt.

Die Preistreiberei bei den *Surrogaten* hat mit Sicherheit in nicht allzu ferner Zeit eine Preiserhöhung bei denjenigen Verbrauchsgütern zur Folge, die zu ersetzen sie von Natur oder durch Veredelung bestimmt sind.

Gelten weiter die Höchstpreise nur für im *Inland* erzeugte Güter, lassen sie aber Auslandsware frei, so dass diese den Gesetzen der Preisbildung bei freier Konkurrenz unterliegt, so wird das sehr bald dazu führen, dass auch ein grosser Teil der Inlandsware als „ausländische“ verkauft wird. Betrügereien sind an der Tagesordnung und wucherische Ausbeutung der Bevölkerung ist die Folge.

In beiden Fällen haben also die Höchstpreise versagt.

Sollen sie daher ihren Doppelzweck: sparsame Verwendung und „richtigen“ Preis erfüllen, dann muss zur *Beschlagnahme, Enteignung, Rationierung und öffentlichen Bewirtschaftung* aller derjenigen Güter geschritten werden, welche zum regelmässigen Güteraustausch einer Volkswirtschaft gehören.

Die Monopolpreisbildung ist damit in die Hände der Staatsgewalt gelegt, die davon einen solchen Gebrauch machen kann und muss, dass alle Teile der Volkswirtschaft zu ihrem Recht kommen.

Die für die öffentliche Bewirtschaftung in Betracht kommenden Gesichtspunkte sind dabei in folgendem zu suchen. *In erster Linie wird die Beschränkung des freien Verfügungsrechtes* über *alle diejenigen Erzeugnisse auszusprechen sein, welche der menschlichen und tierischen Ernährung dienen können.* Sofern eine wirtschaftliche Mobilisation für den Kriegsfall nicht bestanden hat, darf sich bei der Kompliziertheit der zu schaffenden Organisation und der Schwierigkeit ihrer Durchführung die öffentliche Bewirtschaftung naturgemäss zunächst nur auf die zur Erhaltung des Lebens absolut *unentbehrlichen Nahrungs- und Futtermittel* erstrecken (Getreide, Kartoffeln, Fleisch, Heu, Stroh, Salz), um allmählich auch die zwar weniger dringlichen, aber doch *zum Leben benötigten Erzeugnisse* zu erfassen (Milch, Butter, Eier, Geflügel, Fische, Wild, Gemüse, Obst, Zucker, käufliche Futterstoffe u. a.).

Je schneller die Durchführung gelingt, um so besser für alle Glieder der Volkswirtschaft!

Demnächst wird sich die Organisation den *Gegenständen des täglichen Bedarfs* zuzuwenden haben (Heizungs- und Leuchtstoffe, Kleidung), deren Bewirtschaftung nach Massgabe der *Dringlichkeit* für menschliche Zwecke zu erfolgen hat. Die *Kohlenbeschaffung* und -Verteilung wird sich in diesem Rahmen zur Kardinalfrage auswachsen.

Weniger wichtig, aber immerhin *notwendig* ist die Erfassung der *Genuss-, Heil- und Reizmittel*, soweit sie für die Kranken- und Rekonvaleszentenpflege, für altersschwache und kränkliche Personen und zur Sicherung des jüngsten Nachwuchses nicht zu entbehren oder durch Benutzung bei der Munitionsfabrikation zu wichtigen *technischen Hilfsstoffen für die Kriegsindustrie* geworden sind (Arzneimittel, Wein, Spirituosen, Glyzerin u. a. m.).

Nebenher und unabhängig von diesen genannten Beschlagnahmungen und deren öffentlicher Bewirtschaftung geht selbstverständlich die Erfassung aller derjenigen *Rohstoffe, Halb- und Fertigfabrikate*, welche *für die Kriegsführung* benötigt werden und nicht in unbeschränktem Maſse in den Händen der Staatsgewalt sich befinden.

Die Behandlung dieser Seite schaltet jedoch aus, weil hier nur die rein wirtschaftlichen Fragen zur Diskussion stehen.

Nachdem so die Grundsätze für die *öffentliche Bewirtschaftung* vorgenannter Güter aufgestellt worden sind, werden die *Möglichkeiten ihrer Durchführung* nach den verschiedensten Gesichtspunkten untersucht und beleuchtet werden müssen.

Mit dem Augenblick, in welchem der freie Güteraustausch in einer Volkswirtschaft durch Beschlagnahme, Enteignung und Zwangsbewirtschaftung in neue Bahnen gelenkt und nach Regeln geleitet wird, die von den bisher üblichen Usancen nach vielen Richtungen doch erheblich abweichen, würde die Inganghaltung des gesamten volkswirtschaftlichen Lebens, insbesondere die Nahrungsmittelbeschaffung, die ernstesten Komlikationen nach sich ziehen, wenn sich die Staatsgewalt hierbei nicht vorhandener Einrichtungen bedienen und der Mitwirkung sachkundiger Persönlichkeiten versichern wollte.

Namentlich ist des Händlers in dem Gesamtaufbau der Kriegswirtwirtschaftsorganisation nicht zu entraten. Ist schon der Aufgabenkreis des Handels nunmehr ein anderer geworden, so wird er als Berufstätigkeit keineswegs seine Wirksamkeit verlieren, sondern nur in andere Formen hineingebracht werden.

In der neuzeitlichen Friedenswirtschaftsverfassung spielt der *Handel* als ein in höchster Arbeitsteilung stehender Zweig der wirtschaftlichen Tätigkeit eines Volkes *die Rolle eines berufsmässigen Vermittlers zwischen Produktion und Konsumtion.*

Er hat nicht nur die Aufgabe, Waren dort, wo sie im Überfluss vorhanden sind, aufzukaufen und dorthin zu schaffen, wo sie fehlen, sondern

er hat auch einen zeitlichen und persönlichen Ausgleich zwischen Erzeugern und Verbrauchern vorzunehmen und dafür Sorge zu tragen, dass die Güter des Verbrauches den Konsumenten nach Beseitigung der Ungleichmässigkeiten der Natur in liebgewordenen Qualitäten geboten werden.

Ferner erwächst ihm die bedeutsame Aufgabe, sich mit seinem Kapital als Kreditgeber zwischen Produzenten und Konsumenten zu schieben und so die Ungleichmässigkeiten der Kapitalkraft bei beiden auszugleichen. Infolge einer weit ausgebildeten Transport- und Lagerungstechnik ist er in der Lage, durch die Verschiedenheit der Preise, welche er an einer Stelle zahlt und an der anderen erhält, die Marktlage entscheidend zu beeinflussen und somit bei der *Preisbildung* mitzuwirken.

Auf *diese* Tätigkeit freilich muss der Handel bei seiner Einfügung in die Kriegszwangswirtschaft verzichten. *Der Händler kann nur als Kommissionär gegen Provision beschäftigt werden, als preisregelnder Faktor muss er auf alle Fälle ausscheiden.*

Damit soll nicht gesagt sein, dass auf seine Mitwirkung bei der Erfassung und Verteilung von Gütern des täglichen und dringlichen Bedarfs verzichtet werden soll. Er wird vielmehr auf Grund seiner genauen Orts- und Personenkenntnis z. B. die Leistungs- und Lieferungsfähigkeit vom Gross- und Kleingrundbesitz am besten beurteilen und noch so manche versteckten Vorräte zur Ablieferung bringen können.

Was aber seine Mitwirkung in erster Linie geraten erscheinen lässt, ist der Umstand, dass mit Hilfe seines technischen Apparates (Lagerungs- und Transporteinrichtungen, Angestelltenkörper) die Umstellung der Volkswirtschaft nach den Erfordernissen der Kriegszeit überhaupt erst möglich ist.

Ist er mit seinem Eintritt in die reine Kriegsbedarfsdeckungswirtschaft auch aus seiner Tätigkeit im „freien Beruf“ ausgeschieden und nunmehr Hilfsarbeiter mit „Beamteneigenschaft“ geworden, so kann seine Berufserfahrung doch vortrefflich ausgenutzt werden, wenn es sich darum handelt, *Preisprüfungsstellen* einzurichten, um die Behörden bei der Festsetzung und Überwachung von *Höchstpreisen*, bei Aufstellung amtlicher *Enteignungspreise*, städtischer oder *Kleinverkaufspreise* zu unterstützen oder *Richtpreise* für gewisse Güter zu ermitteln, die dem freien Handel noch belassen sind.

In welchem Umfange man den alteingeführten Handel bei der öffentlichen Bewirtschaftung und namentlich bei der Lebensmittelerfassung und -verteilung heranziehen will, ist eine Zweckmässigkeitsfrage. Aus allgemeinen volkswirtschaftlichen Gründen ist es erwünscht, dass eine möglichst grosse Anzahl von Personen bei ihrer gewohnten Tätigkeit erhalten wird. Aufgabe der zuständigen Stellen wird es nur sein, scharf darauf zu sehen, dass nur wirklich *zuverlässige Personen zum Lebensmittelhandel zugelassen*, dass unlautere, preistreibende Machenschaften, wie sie während des Krieges im *„Kettenhandel“* in die Erscheinung getreten sind, ebenso streng verfolgt werden, wie die *übermässige Steigerung der Preise* bei sogenannten „verkehrsfreien Waren“.

Gar nicht zu entbehren wird die Mitwirkung alteingeführter Handelsfirmen sein, wenn es sich darum handelt, durch *Einfuhr aus dem neutralen Ausland* den Nahrungsspielraum der Bevölkerung zu erweitern und sonst *für die Kriegswirtschaft wichtige oder unentbehrliche Rohstoffe von auswärts zu beschaffen.*

Sie werden auf Grund ihrer gründlichen Kenntnis der ausländischen Handelsgebräuche, namentlich der für diese als Grundlage dienenden rechtlichen Begriffe und sittlichen Anschauungen, welche wir ja gerade in diesem Kriege als den unsrigen häufig direkt entgegenstehend kennen gelernt haben, die Güterherbeischaffung in vertraute Kanäle leiten und selbst dann noch Erspriessliches leisten, wenn eine reine Behördenorganisation längst versagt haben würde.

Allerdings darf auch hier der Händler seine Tätigkeit nicht in altgewohnter Freiheit entfalten, sondern muss sich zum Wohle des Ganzen mit der untergeordneten Rolle des für seine Vermittlung entsprechend bezahlten Maklers begnügen.

Soll *die Einfuhr* aber überhaupt stattfinden, dann muss sie so geregelt sein, dass sie *in der Hand von Zentralstellen mit behördlichem Charakter vereinigt* und von dort aus *die Unterverteilung nach bestimmten Richtlinien vorgenommen wird.* Die Gründe hierführ sind weiter oben bereits auseinandergesetzt worden.

Wird aber für die aus dem Ausland beschafften Waren schon die Überleitung in Zentralstellen verlangt, so ist die Forderung einer *zentralen Leitung für die öffentliche Bewirtschaftung* der im Inland erzeugten Güter eine Selbstverständlichkeit.

Für *die Organisation der öffentlichen Bewirtschaftungsstellen muss Grundsatz sein*: *Zentralisation in der Beschaffung*, weitgehendste *Dezentralisation in der Verteilung* der Güter, *gesunde Preispolitik.*

Nur eine *Zentral-(Reichs-)stelle* kann die Marktlage genau übersehen und auf Grund der ihr zur Verfügung stehenden unbegrenzten Mittel, technischen Apparate und wissenschaftlichen Hilfskräfte mit weitgehendster Fachunterstützung führender Männer der Volkswirtschaft die bestimmte *Garantie* für die sichere Beschaffung und die restlose Ausnutzung und das Ausreichen aller *für die Ernährung* usw. bestimmten Güter der Volkswirtschaft übernehmen.

Nur eine weitgehendste *Dezentralisation* in der *Verteilung* der beschafften Güter bürgt dafür, dass den lokalen Bedürfnissen Rechnung getragen, die *quantitative Unterverteilung* durch umfassende Heranziehung alteingesessener Kreise des Kleinhandels *ermöglicht* und eine Belästigung der Bevölkerung dadurch vermieden wird, dass sie ihren täglichen Bedarf immer nur bei wenigen behördlichen Stellen decken muss.

Selbstverständlich kann aber auch hier von einer wirklich selbständigen Betätigung des Handels keine Rede sein.

Er ist mehr oder weniger in Abhängigkeit von den zentralen und lokalen Bewirtschaftungsstellen geraten, *jeder Einfluss auf die Preisbildung*

ist ihm genommen. Dagegen wird er infolge seiner überragenden Kenntnisse der wirtschaftlichen Verhältnisse in einem räumlich begrenzten Produktions- und Absatzgebiet entscheidenden *Einfluss auf die Preispolitik* der Bewirtschaftungsstellen gewinnen müssen.

Diese *Preispolitik der Bewirtschaftungsstellen muss natürlich so eingestellt sein, dass sie den Grundlagen der freien Marktpreisbildung Rechnung trägt*, dass sie also „angemessene", „richtige" Preise schafft und ihre Monopolstellung dazu benutzt, die *Monopolpreise* so zu gestalten, dass diese sowohl die wirtschaftliche Lebensfähigkeit des Produzenten und des Händlers sichern, als auch die grosse Schar der Konsumenten vor übermässiger Preissteigerung schützen.

Wert muss hierbei darauf gelegt werden, dass die *natürlichen Wertbeziehungen*, wie sie zwischen Grundstoff und Veredelungsprodukt bestehen, *bei der Preisbemessung gewahrt bleiben.*

Nimmt man also z. B. Obst in öffentliche Bewirtschaftung, so wird es nicht genügen, für es den angemessenen Preis zu „finden", sondern man wird auch für alle Veredlungsprodukte und Konservierungsformen „entsprechende" Preise festlegen, demnach auch Dörrobst, Konservenobst, Marmelade, Gelee, Trester, Obstessig, Obstschnaps und -Wein mit Preisen belegen müssen.

Will man weniger günstige Erzeugungsrichtungen oder weniger erwünschte Verwendungs- und Veredelungsformen beseitigen, so *muss man durch weitsichtige Preispolitik die Erzeugung in die für richtig gehaltenen Bahnen lenken* und bei richtiger Einschätzung des natürlichen Preisverlaufs die *Preise* selbst *über längere Zeitspannen hinaus festlegen.*

Dabei muss die Abstimmung der Preise aller irgendwie in wirtschaftlicher Beziehung zueinander stehenden Produkte stets wieder von neuem vorgenommen werden, da selbst einer Monopolstellung, wie sie die öffentlichen Bewirtschaftungsstellen besitzen, die Gesetze der freien Marktbildung nicht unbeachtet bleiben können.

Folgende *Gesetze der natürlichen Preisbeziehungen* wird die Kriegswirtschaft besonders zu *beachten* haben.

Die *Übernahmepreise* nach Beschlagnahme und Enteignung sind im ganzen der öffentlichen Bewirtschaftung unterliegenden Gebiet nach einheitlichen Gesichtspunkten zu normieren, wobei die *Waren nach Qualitäten zu bezahlen und zu verkaufen sind.*

Die *Kleinverkaufs-Höchstpreise werden* zweckmässig den nachgeordneten Behörden, *den Verteilungs- und Unterverteilungsstellen*, also letzten Endes vielfach *lokalen Instanzen, zu überlassen sein*, da diese weit besser als die Zentralbewirtschaftungsstellen die örtlichen Verhältnisse mit ihren besonderen Bedingungen zu beurteilen imstande sind.

Dagegen *haben die Grosshandels- und Zwischenhandelspreisfestsetzungen lediglich durch die oberste Bewirtschaftungsstelle zu erfolgen.* Damit ist nicht ausgeschlossen, dass für gewisse Grossverbrauchszentren mit ungünstiger wirtschaftlicher Lage (Bedarfsbezirk im Gegensatz zum Erzeugungs-

bezirk) wegen höherer Unkosten bei der Beschaffung die Preise gewisser Waren sich höher stellen als in anderen Teilen desselben Versorgungsgebietes.

Stets müssen aber Gross-, Zwischen- und Kleinhandelspreise so zueinander abgestimmt sein, dass sie, ohne die Interessen der Produzenten und Verbraucher zu schädigen, allen Teilen einen den schwierigeren Kriegsverhältnissen entsprechenden Verdienst gewährleisten.

Dass diese Forderung nicht ganz leicht zu erfüllen ist, liegt auf der Hand. Es wird auch nicht immer ganz leicht sein, die *Preise* so zu stellen, dass sie *den örtlichen und zeitlichen Verhältnissen genügend Rechnung tragen.* Und doch muss das geschehen, denn die wirklichen Transportkosten nach den einzelnen Orten sind recht verschieden. Desgleichen erfordern die Ausgaben für Lagerung und Schwund eine *Preisstaffelung* je nach Dauer der Aufbewahrung. Unterbleibt sie, so werden die Produkte entweder frühzeitig abgestossen oder veredelt oder allzulange zurückgehalten in der Hoffnung, dass in eine amtliche Nachprüfung der Preise eingetreten wird.

Grösste Beachtung ist der *wichtigen Abstimmung der Preise derjenigen Erzeugnisse* zuzuwenden, *welche sich in Anbau oder Ernährung gegenseitig vertreten und ersetzen können* (Preise von Hafer und Gerste, Kartoffeln und Rüben, Kühe und Milch, Zucht- und Schlachtvieh u. a. m.).

Die in ihren Grundzügen geschilderte Kriegswirtschafts-Preispolitik muss dadurch unterstützt werden, dass *die Verfütterung von Lebensmitteln durch hohe Geld- und Freiheitsstrafen verhindert wird.*

Es ist zum Schluss der vorliegenden Betrachtungen noch die Frage zu stellen, ob alle dem Güteraustausch unterliegenden Waren einer Volkswirtschaft der öffentlichen Bewirtschaftung zugeführt werden sollen, wenn diese eingeführt wird.

Sie wird dahin zu beantworten sein, dass der Kreis derjenigen Güter, welche von einer öffentlichen Bewirtschaftung auszuschliessen sind, um so kleiner sein wird, je dringlicher der Bedarf wird, je vollkommener die staatliche Monopolisierung ausgebaut ist und je besser sie in allen ihren Verzweigungen funktioniert.

Fassen wir nur die Lebensmittelbeschaffung für die Bevölkerung ins Auge, so kann man recht gut, ohne den Aufbau der Gesamtorganisation zu schädigen, alle leicht verderblichen (Frühobst und Frühgemüse) und diejenigen Waren, welche nicht regelmässig und massenhaft genug auf dem Markt erscheinen und eine allgemeine Verteilung daher ungemein verteuern würden, von der allgemeinen Bewirtschaftung ausscheiden (Honig, Flussfische, Wild).

Es wird daher genügen, für sie Höchstpreise festzulegen. Freilich ist auch hier streng darauf zu achten, dass ihre Höhe sich der allgemeinen Marktlage anpasst und mit deren Änderung hinauf- oder heruntergesetzt wird.

II. Produktionsregelung.

Wir wissen, dass die Absperrung Deutschlands vom Welthandel uns gezwungen hat, die Ernährung unserer Bevölkerung fast ganz auf die Produktion

in der Heimat und zum kleinen Teil auf den Zuschuss aus den besetzten Gebieten einzustellen.

Nun bestand schon im Frieden bei uns ein Missverhältnis zwischen Erzeugung von Nahrungsmitteln und dem tatsächlichen Bedarf an ihnen, so dass sehr erhebliche Mengen vom Ausland eingeführt werden mussten.

Dieses im Kriege im erhöhten Maſse zur Auswirkung kommende Missverhältnis zwischen Angebot und Nachfrage von Nahrungsmitteln musste in seiner allgemeinen Rückwirkung auf die Volkstimmung um so schwerere Bedenken wegen Sicherstellung der Ernährung hervorrufen, je länger der Krieg dauerte und je weniger sein nahes Ende sich vorausbestimmen liess.

Es führte dann auch — wenn leider auch vielfach verspätet — zu einer Reihe von gesetzgeberischen Massnahmen und Verordnungen, die nach einer Aera der Höchstpreispolitik die öffentliche Bewirtschaftung der Vorräte und deren Verteilung zur Folge hatten.

Man musste von vornherein dabei mit zwei gegebenen Grössen rechnen, einer „bekannten“, dem jährlichen Bedarf an Nahrungsmitteln, und einer „unbestimmten“ Grösse, der nur „schätzungsweise“ zu ermittelnden Gesamterzeugung.

Die Aufgabe, eine gegebene Menge von Nahrungsmitteln „angemessen“ zu verteilen, war nicht allzu schwer zu lösen. Schwieriger gestaltete sich schon das Problem, wenn man bei der Verteilung auch „ausreichende“ Mengen bieten wollte. Da musste man zunächst Mittel und Wege suchen, sie zu beschaffen.

An Bestrebungen dazu hat es nicht gefehlt.

Wir wollen im folgenden versuchen uns die Grundsätze klar zu machen, nach welchen in einer geschlossenen Volkswirtschaft, in der ein offensichtliches Missverhältnis zwischen Nachrungsmittel-Vorrat und -Bedarf besteht, verfahren werden muss, um durch Regelung der Erzeugung den Nahrungsmittelspielraum eines Volkes auf gegebenen Raum zu vergrössern.

1. Anbaufreiheit.

Die Mittel, um das Ziel: *höchstmöglichste Produktionssteigerung* zu erreichen, sind mannigfacher Art. Sie hängen in ihren Ursachen und Wirkungen mit der Eigenart der landwirtschaftlichen Erzeugung zusammen und sind viel schwieriger zu eliminieren und dem Laien in ihren inneren Zusammenhängen und äusseren Ausstrahlungen verständlich zu machen, als das auf den ersten Blick scheinen mag.

Man könnte geneigt sein, mit den Vertretern des Physiokratismus des 17. Jahrhunderts anzunehmen, dass die Landwirtschaft dann die grösstmöglichste Leistung aufzuweisen habe, wenn ihr der Vertrieb ihrer Produkte unter Aufhebung der Höchstpreise freigegeben würde, damit sie den Preis erhalte, der den Verhältnissen entspreche. *Wenn alle künstlichen Hemmnisse beseitigt würden* und *wirtschaftliche Freiheit herrsche*, *würde der Gesamtheit am besten gedient.* In der Volkswirtschaft walten natürliche Ge-

setze, also müsse man natürliche Verhältnisse herstellen und die Natur auch im wirtschaftlichen Leben herrschen lassen. Die Direktive „laissez faire laissez passer“ der Physiokraten sei — mutatis mutandis — auch auf die jetzigen Verhältnisse anzuwenden.

In diesem Falle würde also eine *Rationierung ohne Höchstpreise* Platz zu greifen haben. Nach dem Gesetz von Angebot und Nachfrage würden die Preise steigen. Steigende Preise würden aber von selbst zum vermehrten Anbau von Feldfrüchten, zur vermehrten Aufzucht von Vieh, zur sparsamen eigenen Verwendung usw. führen und alle behördlichen Zwangsmassnahmen überflüssig machen.

So einleuchtend diese Ansicht, die namentlich von landwirtschaftlichen Kreisen, aber auch von Vertretern der Wissenschaft während des Krieges lebhaft vertreten worden ist, theoretisch auch erscheint, so schwierig ist sie in die Praxis umzusetzen.

Einmal setzt die quantitative und qualitative Verteilung nach örtlicher und zeitlicher Begrenzung einen technischen Apparat voraus, dessen sicheres Funktionieren von vornherein in Frage gestellt ist, wenn er auf den guten Willen der Erzeugerkreise bei der Hergabe ihrer Waren angewiesen ist. Zum anderen werden der behördlichen Organisation bezüglich ausreichender Kontrolle schwere Aufgaben gestellt, denen sie vielleicht nicht gewachsen sein dürfte.

Schliesslich ist doch die grosse Gefahr nicht von der Hand zu weisen, dass das Bestreben der Verbraucher, sich den Besitz genügender Mengen von Nahrungsmitteln rechtzeitig zu sichern, eine derartige Preissteigerung bewirken könnte, dass sie die Versorgung der ärmsten Bevölkerungsschichten gefährdet.

Gegen das Prinzip spricht dann noch der Umstand, dass die beabsichtigte Wirkung, d. i. Steigerung der Produktion, auch durch Monopolpreisstellung bei öffentlicher Bewirtschaftung sich erreichen lässt, wie später zu zeigen sein wird.

2. Anbauzwang.

Die entgegengesetzte Forderung wird in der Befürwortung eines *Zwanges* bestehen, und zwar weitgehendst in der Form *des Anbauzwanges*, weniger extrem in der Form *des Produktionszwanges.*

Niemand wird bestreiten wollen, dass in Fällen höchster vaterländischer Not die Staatsgewalt nicht nur das Recht, sondern sogar die heilige Pflicht hat, gegen Säumige mit strengen Massnahmen vorzugehen. Es ist daher die Forderung denkbar, dass aller anbau*fähige* Boden auch wirklich bebaut werden soll.

Dieser *Anbauzwang* würde auch einen *Arbeitszwang* in sich schliessen müssen, weil anders nicht einzusehen ist, wie die erste Forderung zu erfüllen wäre. Ein Arbeitszwang aber für den landwirtschaftlichen Teil der Bevölkerung scheidet von vornherein aus, weil von einem Brachliegen einer Arbeitskraft auf dem Lande, wo die wehrfähige Mannschaft restlos im Felde stehen wird, nicht die Rede sein kann.

Es kann sich bei dem Arbeitszwang dann immer nur um die Mobilmachung ungenutzter *städtischer Kräfte* handeln. Von diesen könnten Arbeitslose, durch Einwirkungen des Krieges brot- und stellungslos gewordene Elemente oder in anderen Berufen abkömmliche oder berufslose Personen in Betracht kommen, deren Wert für die landwirtschaftliche Arbeit recht vorsichtig einzuschätzen sein dürfte.

Am ehesten würden noch *weibliche Arbeitskräfte* verwertet werden und im Getreide- und Hackfruchtbau (Zuckerrüben-), beim Ernten, Dreschen, Dungfahren und ähnlichen Arbeiten Verwendung finden können. Dass die Arbeit dieser ungeschulten Kräfte nach Menge und Güte sehr zu wünschen übrig lassen und sich daher sehr teuer stellen würde, sei nur erwähnt. Es könnte niemals ein Grund sein, *deswegen* von der Durchführung des Arbeits*zwanges* abzusehen, wenn man den allgemeinen *Anbau*-erzwingen will.

In diesem Falle würden allerdings aus landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Betrieben stammende *Kriegsgefangene* weit erspriesslichere Arbeit leisten.

Vor der Einführueg des Arbeitszwanges ist man im Weltkrieg freilich nicht zurückgeschreckt, hat ihn aber in die mildere Form der „Kriegshilfsdienstpflicht" gekleidet, ohne dadurch tatsächlich Arbeitskräfte für die Landwirtschaft in nennenswertem Umfang mobil gemacht zu haben.

Man wird ohnehin Mühe haben, so viele geschulte Kriegsgefangene zur Verfügung zu halten, dass die Betriebe im bisherigen Umfange fortgeführt werden können.

Wenn aber die Frage der Beschaffung von ausreichenden Arbeitskräften schon Schwierigkeiten macht, wird von einem allgemeinen Anbauzwang erst recht nicht die Rede sein können.

Im übrigen *ist durchaus nicht immer mit einer Vermehrung der Anbaufläche eine Vergrösserung der Erzeugung verbunden*, namentlich dann nicht, wenn rohes, unbebautes Land (Bauland in den Städten) oder unaufgeschlossene Heide- und Moorländereien, also unsere minderwertigsten Bodenarten, in Kultur genommen werden.

Soll schon der Anbau *allen* Landes mit allen Mitteln gefördert werden, würde der Anbau*zwang* doch nur für den *Staat* in Frage kommen können. Er hätte allerdings die Pflicht, soweit „überschüssige" Kräfte und für die Beschäftigung in der Landwirtschaft und Kriegsindustrie ungeeignete Kriegsgefangene noch verfügbar sind, unbebautes Land (Ödland, Moorboden), falls seine *Ertragsfähigkeit* zweifelsfrei ist, in Kultur zu nehmen.

Da diese Kulturarbeiten mit „ungeschulten" Kräften vorgenommen werden müssten, würden sie sich sehr teuer stellen. Das wäre freilich kein Grund, sie zu unterlassen, weil die Frage der Nahrungsmittelbeschaffung in der Kriegswirtschaft allen anderen voranzustellen ist und eine bevorzugte Behandlung ohne Ansehung der Kosten verlangt.

Für die *Privat*wirtschaft scheidet also der *Anbauzwang* aus.

Dagegen wird der *Zwangsanbau*, d. i. die Nutzung solcher Grundstücke, deren Bebauung infolge bösen Willens, Abwesenheit oder Tod des Besitzers

oder infolge höherer Gewalt oder Unvermögens des Inhabers unterblieben ist, mit allen Mitteln zu fördern und den Kommunalverbänden oder örtlichen Behörden weitgehendste Vollmacht und Strafgewalt einzuräumen sein.

Es könnte hier auch die Frage aufzuwerfen sein, ob nicht diejenigen *Grundstücke*, die zwar bebaut, aber offensichtlich *schlecht bewirtschaftet* werden, im öffentlichen Interesse in eine *Zwangsbewirtschaftung* zu nehmen seien. Hierauf würde zu erwidern sein, dass grundsätzliche Bedenken gegen eine derartige Bewirtschaftung keineswegs bestehen, dass demnach unbedenklich „verwaiste" oder solche Güter, die wegen mangelnder Anspannung und anderen Gründen nicht restlos bestellt werden können, in eine „zwangsweise" Bewirtschaftung durch Verpachtung, Vergebung in Teilbau oder behördliche Verwaltung zu nehmen sind, dass es aber schlechterdings unmöglich ist, festzustellen, wo nach unten die Grenze der guten Bewirtschaftung aufhört und die der schlechten beginnt, dass hier der subjektiven Auffassung, dem Übelwollen der Nachbarn, der Bosheit und Falschheit, der Ignoranz, dem Zufall und anderen Faktoren so viel Spielraum und Einfluss gegeben ist, dass mit Einführung dieser Kriegswirtschaftsmassnahmen mehr Unheil als Nutzen gestiftet werden würde.

Will man also auf die Lebensmittelerzeugung „regelnd" einwirken, so ist mit den im vorstehenden erörterten Massnahmen weder nach der Richtung des *Arbeits- noch nach der des Anbauzwanges* irgend etwas Greifbares zu erreichen.

3. Produktionszwang.

Wir haben nun zu prüfen, ob und inwieweit die weniger extreme Forderung des *Produktionszwanges* in der Kriegswirtschaft durchführbar ist und das gewünschte oder erhoffte Ergebnis, die ausreichende Menge von Nahrungsmitteln, zu sichern vermag.

Wenn ich die Forderung des Produktionszwanges als weniger extrem im Vergleich zum Arbeits- und Anbauzwang bezeichne, so erscheint das zunächst nicht richtig, wenn man den *Zwang zur Produktion so auffasst, dass der Landwirt nach einem ihm behördlich vorgeschriebenen Betriebsplan zu wirtschaften hat, in welchem Art und Umfang der Pflanzen- und Tierproduktion genau festgelegt ist.*

Diese Auffassung würde ja Arbeits- und Anbauzwang in sich schliessen und würde demnach eine viel weitergehende Forderung darstellen.

In der Tat hat es auch während des Krieges nicht an Stimmen gefehlt, welche einen so weitgehenden Zwang eingeführt haben wollten und ihn allen Ernstes in Wort und Schrift verlangt und auch die Tribüne des Reichstages zum Sprachrohr ihrer Wünsche gemacht haben.

Die Unmöglichkeit der Durchführung ergibt sich schon aus der Ablehnung des Anbauzwanggedankens. Wenn trotzdem auf diese Frage noch kurz eingegangen wird, so geschieht das deswegen, weil auch Vertreter der Wissenschaft ernstlich für die Ein- und Durchführung des Produktionszwanges in oben angedeutetem Sinne eingetreten sind.

Jeder, der einigermassen mit landwirtschaftlichen Verhältnissen vertraut ist und nebenher Einblick in die amtlichen Statistiken genommen hat, weiss, dass ganz allgemein *die Erträge* des Grund und Bodens in *ihrem örtlichen Nebeneinander* und nach ihrem *zeitlichen Verlauf* ganz ungeheuer grossen Schwankungen unterworfen und mit in erster Linie *vom Verlauf der Witterung abhängig sind.*

Dazu kommt, dass plötzliches und massenhaftes *Auftreten pflanzlicher* (Rost, Brand, Mehltau) und *tierischer* (Zwergzikade, Engerlinge, Drahtwürmer, verschiedene Käfer- und Fliegenarten) *Schmarotzer*, die Ernten ganzer Landstriche vernichten und *Hagel- und Frostschäden* sehr fühlbaren Schaden verursachen und die Erträge unter das Durchschnittsmass erniedrigen können.

Tierseuchen aller Art (Rotlauf, Schweinepest, Schweineseuche, Maul- und Klauenseuche, Lungenseuche u. a.) *haben* ähnliche *verheerende Wirkungen unter dem Viehbestande zur Folge. Misswuchs auf* Wiesen, Weiden und *Futterfeldern* verhindert die Aufzucht und *gefährdet* selbst das *„Durchhalten“* des *Viehes* bis zum Beginn der nächstjährigen Weidezeit.

Die natürlichen Bedingungen der Pflanzenproduktion sind nicht nur in den verschiedenen Teilen Deutschlands recht *verschieden*, sie unterscheiden sich sogar *örtlich* und sind selbst in *einem und demselben Betriebe nicht gleich.* Der Boden weist erhebliche Unterschiede nach Art seiner Entstehung und Lagerung seiner Teile, nach seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften auf, und diese Verschiedenheiten werden in ihren Ausmafsen noch erheblich gesteigert, insofern und je mehr durch den „wirtschaftenden“ Menschen Kapital und Arbeit auf die Verbesserung der natürlichen Beschaffenheit des Bodens verwendet worden sind, je mehr also der Boden in „Kultur“ genommen ist.

Dazu kommt, dass *in der Landwirtschaft jeder einzelne Betrieb einen eigenen Charakter hat*, bedingt durch das Gepräge, das ihm durch den Betriebsleiter aufgedrückt ist. Zwar werden in ein und demselben örtlich nicht zu weit auseinander gelegenen Landstrich die *Gesamt*betriebe mehr oder weniger *die gleiche Richtung* zeigen, können also z. B. vorwiegend auf Getreide-, Rüben-, Kartoffelbau usw. eingestellt sein, die *Einzel*betriebe *werden* dagegen oft im Kulturarten- und Anbauverhältnis *Grundverschiedenheiten aufweisen.*

Diese Verschiedenheiten werden sich mehren, je mehr die Einflüsse des Klimas und der Höhenlage in einem räumlich vergrösserten Wirtschaftsgebiet sich geltend machen, je mehr also einmal bestimmte *Wirtschaftsformen* angenommen werden *müssen* (Fettweide-, Egartenwirtschaften u. a.), je mehr aber auch zum andern Spezial-Betriebsarten sich herausgebildet haben können. (Industrie-, Abmelk-, Gründüngungs-, viehlose Wirtschaften u. a.)

Die Zahl der viehlosen Betriebe, der Abmelkwirtschaften usw. ist jedoch nicht gross, in den meisten Fällen ist der Landwirt Ackerbauer und Viehzüchter in einer Person, oft auch noch Forstmann, Teichwirt,

Fabrikant und Kaufmann (wenn z. B. Wald- und Wasserbesitz, technische Nebengewerbe, Saatzucht und -Verkauf in einer Hand vereinigt sind).

Die Landwirtschaft stellt also zumeist einen „gemischten“, sehr häufig sogar einen „komplizierten“ Betrieb dar, in welchem die einzelnen Zweige selbständig oft garnicht lebensfähig, sondern zum Leben aufeinander angewiesen sind und durch ihr Zusammenwirken den Betrieb überhaupt erst *lebensfähig* machen. Namentlich stehen Ackerbau und Viehzucht in lebhafter Wechselwirkung. Abfallstoffe und Rauhfutter in der Wirtschaft werden durch das Vieh ausgenutzt und veredelt und als Stoffwechselprodukte des Tierkörpers dem Acker wieder zugeführt, um erneut zur Produktion zu dienen. Das Vieh tritt also passiv als Stoffveredelungswerkzeug und aktiv als Dungmaschine auf und dient in allen Wirtschaften als Zugkraft zur Produktion. .

Ackerbau und Viehzucht sind hiernach in den meisten landwirtschaftlichen Betrieben so innig miteinander verankert, dass eine wesentliche Veränderung in dem einen Zweige ihr gegenseitiges Verhältnis nachhaltig beeinflussen und eine Umgestaltung des ganzen Betriebes zur Folge haben muss.

Nicht einmal in der Auswahl der Pflanzen ist dem Betriebsleiter freie Hand gelassen. Er hat vielmehr, sobald er von der auf eine Reihe von Jahren durch den Wirtschaftsplan festgelegten „Folge“ der einzelnen Früchte abweichen will, sich gewissenhaft zu prüfen, welche Frucht er in Rücksicht auf Vor- und Nachfrucht und Bodengüte fortlassen oder einschieben darf.

Jede sprunghafte oder nicht den Ansprüchen der Pflanzen an Boden, Düngung, Bearbeitung, Vorfrucht usw. angepasste Änderung in der Fruchtfolge ist mit einem Ertragsausfall verbunden, den die Allgemeinheit bei „Häufung“ der Fälle nicht tragen könnte.

Es muss also, von welcher Seite man auch die Sache betrachten mag, die Forderung des Produktionszwanges in der oben skizzierten Form, d. h. indem eine Zwangsauflage einfach nach der Fläche umgelegt wird, als Mittel der Nahrungsmittelbeschaffung, weil nicht zum Ziele führend und unvereinbar mit der Eigenart des landwirtschaftlichen Gewerbes, als undurchführbar abgelehnt werden.

Ein wesentlich anderes Gesicht bekommt die Frage jedoch dann, wenn man den Begriff: Produktionszwang weiter fasst.

Der Staat wird z. B. sehr wohl verlangen können und müssen, dass *in den einzelnen Betrieben vom bisherigen Anbauverhältnis der einzelnen Feldfrüchte ohne besondere Genehmigung nicht abgewichen werden darf.* Denn es besteht die grosse Gefahr, dass die Produktion zu einem Spekulationsanbau hingedrängt wird, wenn bestimmte Produkte, weil sie vielleicht bisher „verkehrsfrei“ waren, so hoch im Preise gestiegen sind, dass sie zum Anbau verführen. Gehören sie aber nicht zu den zum Leben absolut notwendigen, sondern zu den entbehrlichen, womöglich gar zu den über-

flüssigen Produkten, so liegt ihr vermehrter Anbau keineswegs im Interesse der Allgemeinheit, sondern muss im Gegenteil verhütet werden.

Hier ist also Einflussnahme des Staates nicht nur gestattet, sondern geboten.

Sie hat auch dann einzusetzen, wenn zum Nutzen der Kriegswirtschaft oder zur Deckung eines die Ernährung des Volkes sichernden notwendigen Nahrungs*bestandteils* (Fett) *ein vermehrter Anbau bisher wenig* oder nur in bestimmten Gegenden *angebauter Pflanzen* (Ölfrüchte, Gespinstpflanzen) unweigerlich geboten erscheint.

Ein vermehrter Anbau der genannten Pflanzen wird sich verhältnismässig leicht erzwingen lassen in allen Gegenden, in welchen sie seit altersher gebaut wurden und die Bevölkerung mit ihrer Kultur und weiteren Verarbeitung durchaus vertraut ist.

Alle gesetzlichen Vorschriften und Verordnungen haben demnach auch zunächst *diese* Gegenden ins Auge zu fassen und sind nur mit grosser Vorsicht auf andere Verhältnisse zu übertragen. Die *Kultur aller sog. Handelspflanzen*, zu denen Ölfrüchte und Gespinstpflanzen gehören, *setzt nämlich ein hohes Mafs von Verständnis voraus und fordert so viel Kunstgriffe und Fertigkeiten bei Anbau und Verarbeitung, dass diese erst in jahrelanger Erfahrung von dem Durchschnitt der Landwirte erworben zu werden pflegen.*

Will oder muss man aber auch Betriebe heranziehen, welchen die Kultur der genannten Pflanzen bisher unbekannt geblieben ist, *dann kann es sich nur um Grossbetriebe handeln.*

Hier wird der Betriebsleiter das notwendige wirtschaftliche Verständnis für die Notwendigkeit des Anbaus besitzen. Bei ihm wird man auch am ehesten die für den praktischen Anbau notwendigen theoretischen Kenntnisse voraussetzen dürfen. Aber selbst wenn das nicht zutrifft, sind für den Anbau nur grössere Betriebe vorzusehen, weil diese sehr viel leichter einen Bruchteil ihres Ackerlandes für die Kultivierung bisher unbekannter Gewächse reservieren können als Kleinbetriebe. Auch stösst die Beschaffung und Verteilung des Saatgutes, die in diesem Falle wohl von staatswegen erfolgen müsste, auf keine besonderen Schwierigkeiten.

Da nur verhältnismässig wenige und Grossanbauer in Betracht kommen, ist Ablieferung und Abnahme unschwer zu bewerkstelligen. Die technische Verarbeitung wird erleichtert, weil nur „Qualitätsware“ geliefert wird.

Die Anbauvorschriften können leichter überwacht, die Kulturanweisungen durch Sachverständige bequemer gegeben und kontrolliert werden.

Alle Momente weisen in solchen speziellen Fällen also auf die zwangsweise Heranziehung des Grossgrundbesitzes hin, soweit er für Spezialkulturen geeignetes Land besitzt und nicht sonst gewichtige innere und äussere Hinderungsgründe beigebracht werden können.

Wenn wir aber anerkennen, dass der Staat das Recht und die Pflicht hat, im Interesse des Allgemeinwohls vor einem harten Eingriff in das Privatbestimmungsrecht der Eigenproduktion nicht zurückzuschrecken, so

müssen wir auch verlangen, dass er die Produkte abnimmt und sie den Betrieben der Stoffverarbeitung und -Veredelung zuführt.

Wie mit diesen Produkten wird es mit allen anderen in der Kriegswirtschaft hervorgebrachten gehalten werden müssen. Der Erzeuger, der zur Produktion gezwungen wird, muss auch zur Ablieferung der Produkte gezwungen werden, d. h. der Produktionszwang zieht nach sich den Lieferungszwang.

4. Preispolitik.

In dem Kapitel über Preisbildung hatten wir schon den Grundsatz aufgestellt, durch eine weitsichtige Preispolitik die Erzeugung in die für richtig gehaltenen Bahnen zu lenken.

In der *Tat wird eine verständige Preispolitik weit mehr als alle Zwangsmassnahmen zur Steigerung der Produktion von der Flächeneinheit beitragen, aber auch den Anstoss zur Vermehrung des Ackerbaus auf Kosten der landwirtschaftlich genutzten Fläche geben.*

„Brachland“ verschwindet, „Ödland“ wird „Kulturland“, „Weiden und Wiesen“ werden umgebrochen und zu Ackerland gemacht, wenn die Preise für die Produkte des Ackerbaus so hoch bemessen sind, dass die unter den ungünstigsten Bedingungen Produzierenden noch ihren Nutzen finden.

Herrscht freie Preisbildung, so wird sich die Erzeugung auf diejenigen Früchte stürzen, bei deren Anbau sie den grössten Nutzen zu finden hofft.

In der behördlich geordneten Kriegswirtschaft muss die Zentralbewirtschaftungsstelle die Aufgaben der Marktpreisbildung übernehmen und durch richtige Bemessung der Preise die *Erzeugung* zu den volkswirtschaftlich am meisten erwünschten Produkten hin*lenken*.

Der Preissetzung haben demnach sehr sorgfältige Beratungen und eingehende Kalkulationen vorauszugehen, die schliesslich zu einer dem gewollten Zweck entsprechenden Abstimmung der Preise der einzelnen landwirtschaftlichen Produkte zueinander und weiterhin zu einer angemessenen Staffelung in Rücksicht auf Qualität, Örtlichkeit und zeitliche Folge für einen längeren Zeitraum (mindestens 1 Jahr) führen müssen.

Dass die Festsetzung von (Höchst-) Preisen, wenn durchaus die öffentliche Bewirtschaftung der Nahrungsmittel sich als notwendig erweist, sich dann auf *alle* Nahrungs- und Futtermittel erstrecken muss, ist unter eingehender Begründung schon früher betont worden.

Unter Friedensverhältnissen pflegen nun die in einem Staate erzeugten Lebens- und Futtermittel in einem bestimmten, durch Vorrat und Bedarf und durch ihre gegenseitige Vertretbarkeit in der Ernährung von Menschen und Tieren bedingten und durch die Weltmarktlage mehr oder weniger stark beeinflussten Preisverhältnis zueinander zu stehen.

In Deutschland ist in *Friedenszeiten* das Spannungsverhältnis in der Preislage der verschiedenen landwirtschaftlichen Produkte, soweit sie für den „Grosskonsum“ in Frage kommen, ein sehr stabiles gewesen.

Wenn wirklich mal eine *grössere* Differenz in der gegenseitigen Preislage landwirtschaftlicher Erzeugnisse eintrat, so geschah das zumeist auf dem Futtergerstenmarkt.

Das aber hing mit dem Ausfall der Gerstenernte in Russland zusammen, auf das wir mit unserem Bezug von Futtergerste im wesentlichen angewiesen waren. Die Rückwirkung auf den Kartoffelmarkt blieb in solchem Falle natürlich nicht aus. Da Gerste und Kartoffeln sich bei der Fütterung der Schweine bis zu einem gewissen Grade vertreten können, griff dann die Preisbewegung auf dem Gersten- und Kartoffelmarkt auch in die Gestaltung der Schweinepreise ein und beeinflusste in abgeschwächtem Mafse naturgemäss auch noch die übrigen Fleischpreise.

Im Kriege wird sich das Spannungsverhältnis zwischen den Preisen der verschiedenen im Inlande erzeugten Nahrungsmittel um so schneller ändern, je mehr durch Absperrung vom Weltmarkt die Einfuhr von Lebens- und namentlich von Futtermitteln aufhört.

Wird daher das Schlachtvieh nicht sofort in die öffentliche Bewirtschaftung eingeschlossen, so werden eine ganze Reihe von landwirtschaftlichen Produkten, die bisher nur oder fast ausschliesslich der menschlichen Ernährung gedient haben, mit steigender Nachfrage in die Kategorie der *Futtermittel* gedrängt und damit der Nahrungsmittelwirtschaft des Volkes entzogen.

Hand in Hand mit der öffentlichen Bewirtschaftung hat *die Preissetzung* zu erfolgen. Diese *wird also darauf gerichtet sein müssen, diejenigen Produkte, welche allein oder bedingt für die menschliche Ernährung in Betracht kommen, möglichst hoch,* die *Preise für reine Futtermittel und für Schlachtvieh aber relativ niedrig zu normieren.*

Im ersteren Falle soll ein Anreiz zum Anbau gegeben, im letzteren eine Ausdehnung des Futterbaus und ein Verfüttern zur menschlichen Nahrung geeigneter Erzeugnisse vermieden werden.

Nun können aber die meisten Erzeugnisse der Landwirtschaft, welche für die menschliche Ernährung zur Verfügung stehen, wie z. B. Weizen, Roggen, Gerste, (Hafer), Kartoffeln, Kohlrüben, Mohrrüben, Kohl u. a., gleichzeitig auch als Viehfutter dienen.

Bei angemessener Preisbemessung und -Staffelung besteht jedoch bei den meisten Früchten die Gefahr, dass sie verfüttert werden, um so weniger, je niedriger sich die Verwertung der Produkte bei der Verfütterung stellt.

Kartoffeln pflegen von allen landwirtschaftlichen Erzeugnissen am meisten verfüttert zu werden. Um dem vorzubeugen, wird man eine Differenzierung von Speise- und Futterkartoffeln vornehmen und *die Preise für Speisekartoffeln relativ hoch, für Futterkartoffeln verhältnismässig niedrig in Ansatz bringen* müssen.

Es muss jedoch mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, dass das Spannungsverhältnis, wie es zu Friedenszeiten zwischen Brotgetreide- und Speisekartoffelpreis bestanden hat, nicht nur nicht innegehalten zu werden

braucht, sondern im Gegenteil sogar eine Änderung zugunsten der Speisekartoffeln erfahren muss.

Zwei gewichtige Gründe werden hierfür massgebend sein.

Die Kultur der Kartoffeln, wie überhaupt der Hackfruchtbau, erfordern einen hohen Aufwand an Kapital und Arbeit. Im Kriege werden die Unkosten sich sehr schnell steigern. Die Arbeitskräfte werden knapper und damit teurer, ebenso Dünger und Zugkraft.

Da steigt dann der je Flächeneinheit zu leistende Aufwand sehr bald und gefährdet den Anbau, wenn er nicht durch entsprechend höheren Preis wieder wett gemacht wird.

Dieser muss so bemessen werden, dass alle armen Böden, welche an der Grenze der „Kartoffelfähigkeit“ stehen, noch zum Anbau herangezogen werden können. Dass dadurch den unter besonders günstigen Bedingungen produzierenden Landwirten ein ungerechtfertigt hoher Gewinn zufällt, ist richtig, lässt sich aber kaum vermeiden. Aufgabe der Staatsgewalt wird es sein, diesen aussergewöhnlichen Gewinn durch eine gerechte Steuerverteilung zu erfassen und für die Allgemeinheit wieder nutzbar zu machen. Niemals aber wird die Besorgnis vor übermässigem Gewinn einzelner Gruppen die Einführung einer als zweckmässig erkannten und für die Nahrungsmittelwirtschaft notwendigen Massnahme verhindern dürfen.

Lässt schon die Rücksicht auf die vermehrten Unkosten eine günstige Preisstellung für die Kartoffeln als geboten erscheinen, so kommt als weiteres hinzu, dass *die Kartoffeln neben den Zuckerrüben zu denjenigen Früchten gehören, welche von gleicher Fläche eine grössere Menge von Nahrungsmitteln hervorbringen, als der Getreidebau.* Der Kartoffelbau liefert etwa das 1 $^1/_2$ fache, der Zuckerrübenbau sogar das 2 $^1/_2$ fache an menschlichen Nahrungsmitteln.

Dabei fällt dem *Zuckerrübenbau* noch eine ganz besondere Bedeutung dadurch zu, dass in *seinen Ernteabfällen (Rübenköpfe mit Blättern) der Wirtschaft so viel wertvolle Nährstoffe erhalten bleiben, wie sie durchschnittlich kaum von unseren besseren Landwiesen gewonnen werden.*

Sie bilden mit den Rübenschnitzeln die Stütze der Viehhaltung in den Rübenbaudistrikten. Einschränkung des Zuckerrübenbaues hat also Verminderung des Viehstapels zur Folge.

Es müssen daher die Preise für Speise-, Futterkartoffeln und Zucker zu einander abgestimmt und in ein angemessenes Verhältnis zu den Brotkornpreisen gebracht werden. Aus den erörterten Gründen kann das Friedensspannungsverhältnis hierfür natürlich nicht mehr massgebend sein, es muss vielmehr eine wesentliche Begünstigung der Kartoffeln und Zuckerrüben gegenüber dem Getreide stattfinden, damit die Produktion sich ihrer Kultur in Erwartung der höheren Rente zuwendet.

Die Preise der übrigen Hackfrüchte, welche geeignet sind, die genannten Hackfrüchte sowohl bei ihrer technischen Verarbeitung (Zuckerrübe, Zichorie) als auch bei ihrer Nutzung als Lebens- oder Futtermittel (Kartoffel, Kohlrübe, Futter- und Speisemöhre u. a.) zu vertreten oder zu ersetzen,

müssen danach „gefunden“ und so bemessen werden, dass sie dem Kartoffel- und Zuckerrübenbau nicht wesentlich schaden können.

So muss z. B. das Spannungsverhältnis zwischen Zuckerrüben- und Zichorienwurzelpreisen jetzt umgekehrt werden (in Friedenszeiten wurden Zichorienwurzeln um $^{1}/_{4}$—$^{1}/_{8}$ höher bewertet als Zuckerrüben). Die Zuckerrübe ist nämlich geeignet, die Zichorienwurzel bei der Herstellung zu Kaffeesurrogat vollständig zu vertreten. Bleibt also die alte Friedenspreisdifferenz bestehen oder erweitert sie sich noch mehr zugunsten der Zichorienwurzeln, so treibt man die Erzeugnisse des Zuckerrübenbaus in die Zichoriendarren.

Ähnliche Gesichtspunkte sind bei der Festlegung der Preisspannung zwischen Kohlrüben und Kartoffeln, diesen und Futterrüben, Speise- und Futtermöhren einerseits und diesen und den übrigen Hackfrüchten andrerseits zu beachten.

Den Hülsenfrückten zu Speise- und Futterzwecken wird in der Kriegswirtschaft eine besonders wichtige Rolle zufallen. Sie sind, wenn wir vom Ausland abgeschnitten sind, fast die einzigen eiweisshaltigen Nahrungsmittel, auf welche sich die menschliche und tierische Ernährung zu stützen hat. Ihr Anbau war im Frieden unlohnend und wegen seiner Unsicherheit in manchen Gegenden ganz aufgegeben. Ihn durch günstig gestellte Preise wieder zu beleben, muss um so mehr Aufgabe der Zentralbewirtschaftungsstelle sein, je mehr durch Verringerung der Viehbestände die Eiweissversorgung des Menschen auf die Hülsenfrüchte angewiesen ist.

Den Anbau von Hirse und Buchweizen, also von zwei Kulturpflanzen, welche Brotgetreide und Gerste in der menschlichen Nahrung bis zu einem gewissen Grade ersetzen können, durch relativ günstige Preissetzung besonders zu fördern, liegt kein Anlass vor, weil sie nur auf ihnen besonders zusagenden Böden sichere und hohe Erträge geben (Hirse auf stark humushaltigem Boden, Buchweizen auf frischem Sand), auf ungeeigneten Böden oder bei ungünstiger Witterung aber total versagen (Buchweizen auf humosem Lehm entwickelt viel Kraut, blüht überreich, setzt aber wenig Samen an).

Die Preise werden sich jedoch denen des Brotkorns nähern müssen. Dann wird der Buchweizen auf Sandboden in höherem Maſse angebaut und auf geeigneten Ackerstücken auch die Hirse zum Anbau kommen. Das kann nur erwünscht sein, denn die Hirse enthält fast soviel Fett wie der Hafer und $2^{1}/_{2}$—3 mal soviel wie der Roggen, gibt, mit Milch gekocht, einen dicken Brei, der dem Reis im Geschmack ähnlich ist und wegen seines höheren Fettgehaltes unter den Bedingungen der Kriegswirtschaft einen grösseren Wert für die menschliche Ernährung besitzt als letzterer.

Nach *eigenen* Gesetzen wird sich die Ermittelung der Ölfrucht- und Gespinstpflanzenpreise zu gestalten haben.

Infolge überseeischer Konkurrenz ist der Anbau beider Fruchtarten in der Heimat unrentabel geworden und nur auf Gegenden beschränkt geblieben, in welchen günstige klimatische Verhältnisse (Flachs in Ober-

schlesien, Hanf im Elsass) sichere und lohnende Erträge gewährleisteten oder Rücksichten auf Arbeitsverteilung und Düngerausnutzung oder billige Fütterung der Schafe die Beibehaltung des Raps- oder Rübsenbaus wirtschaftlich geboten erscheinen liess.

Wie schon an anderer Stelle ausgeführt, setzt die Kultur der Ölfrüchte und namentlich der Gespinstpflanzen ein hohes Mafs von theoretischem Wissen und praktischem Können voraus. Ihr Anbau kann nicht beliebig aufgenommen und eingestellt oder in die Fruchtfolge eingeschoben werden. Dazu sind die Ansprüche, welche diese Früchte an Kultur- und Düngungszustand, an die Vorbereitung des Ackers und an die Vorfrucht stellen, zu wechselnd und abweichend von denen anderer Kulturpflanzen, als dass mit einer Schablonisierung und lediglichen Anwendung von Zwangsmassnahmen etwas zu erreichen wäre.

Als mächtigster Hebel der Produktionssteigerung wird deshalb auch hier wieder eine gesunde Preispolitik handelnd eingreifen müssen.

Ist die Absperrung vom Weltmarkt so vollkommen, dass auf Zufuhr aus dem Auslande fast gar nicht zu rechnen ist, so muss das *alte Friedenspreisspannungsverhältnis zwischen Brotkorn und Ölfrüchten sowie Ölkuchen und Öl einerseits und Brotkorn und Flachs und Hanf und deren Verarbeitungsprodukten andererseits gänzlich fallen und einer Neuregelung weichen, die bei voller Wahrung der Interessen der Verbraucher nicht nur ausreichende Produktion gewährleistet, sondern diese auch über einen längeren Zeitraum sicher stellt.*

Dem Landwirt müssen also für eine Reihe von Jahren gewisse Mindestpreise zugesichert werden, die ihn in den Stand setzen, im Vertrauen auf eine sichere Rente seinen Betrieb auf die Anforderungen der eingeführten Kulturpflanzen umzustellen.

Ob die *Sicherung* in der Weise erfolgt, dass der Staat nach Beendigung des Krieges eine Reihe von Jahren die öffentliche Bewirtschaftung der Produkte genannter Pflanzen noch weiter in der Hand behält, etwa in der Form eines Einfuhrmonopols, oder ob er nur dem Landwirt die Differenz zwischen dem im Staatsanzeiger veröffentlichten durchschnittlichen Preis für Raps, Flachs usw. und dem garantierten Mindestpreis auszahlt, ist für die Behandlung vorliegender Frage gegenstandslos.

Hier sollen nur die Grundsätze erörtert werden, welche bei dem Bestreben, die Produktion der mehrfach genannten Handelspflanzen zu fördern, beachtet werden müssen.

Nun haben aber beide Pflanzengattungen eine derartig überragende Bedeutung für das Leben eines auf Eigenwirtschaft verwiesenen Volkes, dass die Förderung des Anbaus durch günstige Preisstellung und Preissicherung noch nicht genügt.

An anderer Stelle ist bereits ausgeführt worden, dass in diesem Falle in beschränktem Umfange an Zwangsmassnahmen nicht vorübergegangen werden kann. Es ist auch begründet worden, warum der Grossbetrieb in vorderster Linie zwangsweise zum Anbau heranzuziehen ist.

Ein *weiteres Mittel zur Förderung des Handelsgewächsbaus wird darin bestehen, dem Produzenten einen bestimmten Anteil am Ertrage zur beliebigen Verwendung im eigenen Betriebe von vornherein zuzuweisen, bzw. nach behördlich vorgenommener Stoffveredelung zurückzugeben.*

Unter Umständen wird diese Massnahme wirksamer sein als die bereits besprochenen. Es darf auch kein *Mittel* unversucht gelassen werden, das geeignet erscheint, *die Fettnot*, in welche das Land beim Abschluss vom Weltmarkt geraten muss, *zu lindern.*

Nun *wird aber durch den Anbau von Ölfrüchten weit mehr Fett von der Flächeneinheit gewonnen als das durch die Vergrösserung der Viehhaltung möglich ist* (1 *ha* Raps gibt durchschnittlich etwa 500 *kg* Rapsöl, 1 *ha* Rübsen etwa 300 *kg* Rübsenöl, Leindotter etwas weniger, Mohn etwa 450 *kg* sehr leicht verdauliches, fettes Öl). Und was fast noch wichtiger ist, bei dieser Art Fetterzeugung werden nicht wie bei dem tierischen Fettgewinn (Schweinemast) grosse Mengen von menschlichen Nahrungsmitteln (Gerste, Kartoffeln) durch den Produktionsprozess vernichtet, sondern ausser etwa 24 *dz* Streustroh vom Hektar noch rund 10 *dz* Schoten (Kappen, Schalen, Kaff) gewonnen, die von Schafen und Rindern gern genommen werden. Sie enthalten an verdaulichen Bestandteilen etwa 15 *kg* Rohproteïn, 7 *kg* Rohfett und 166 *kg* stickstofffreie Extraktstoffe und stehen im Nährwert gleich etwa 12 *dz* frischen Kartoffeln oder 2 *dz* Gerste mittlerer Güte.

Wie mit den Ölfrüchten verhält es sich auch mit den Gespinstpflanzen, von denen hauptsächlich Flachs und Hanf in Frage kommen. Wird bei den Ölfrüchten der Anreiz zum Anbau durch die Aussicht auf Gewinnung von Öl und Kuchen für Küche und Stall gegeben, so lockt bei der Flachs- und Hanfkultur der zu erwartende Leinsamen und Ölkuchen für die Kälberaufzucht und Milchviehfütterung ebenso sehr wie die Aussicht, mit Hilfe der geflochtenen Flachs- und Hanffasern den Vorrat an Stricken und Seilen im Wirtschaftsbetriebe aufzufüllen und die Wäsche in Haus und Küche zu ergänzen. Dabei werden im Nebenertrag noch vom Hektar gewonnen beim Flachs etwa 5 *dz* Samen mit 175 *kg* Leinöl und 7 *dz* fettreiche Spreu, die gern vom Vieh genommen wird; beim Hanf etwa 8 *dz* Samen mit 220 *kg* Hanföl.

Nun könnte man weiter daran denken, *durch Zuweisung von Erzeugungsmitteln zur Aufnahme bis dahin unbekannter oder ungewohnter Produktionszweige anzuregen.*

Man würde z. B. im vorliegenden Falle für jeden Hektar mit Flachs oder Hanf angebauten Bodens ein bestimmtes Quantum von dem begehrten Stickstoffdünger zusagen und seine Anwendung zu bestimmten Früchten vorschreiben oder vielleicht noch besser *in das Belieben des Landwirtes stellen* können.

Wie mit dem Kunstdünger könnte es sehr wohl noch mit anderen Erzeugungsmitteln gehalten werden (Saatgut, Arbeitskräfte, Betriebsstoffe aller Art, Futtermittel, Zugvieh, Maschinen u. a. m.), welche sich der

Landwirt unter den veränderten Bedingungen der Kriegswirtschaft schwer oder überhaupt nicht beschaffen kann.

Kurz zu streifen ist noch die Förderung des Obst- und Gemüsebaues, um deren Produktion zu steigern.

In seinem *Umfange* lässt sich der Obstbau innerhalb der auf nur kurze Dauer eingestellten Kriegswirtschaft natürlich nicht sonderlich vergrössern, es kann sich bei den Förderungsmassnahmen nur darum handeln, durch strenge Bestimmungen über die methodische Bekämpfung pflanzlicher und tierischer Obstbaumschädlinge die im übrigen von Fruchtansatz und Witterungsverlauf abhängige Ernte zu sichern und eine scharfe Kontrolle der gegebenen Verordnungen durchzuführen.

Um für das ausfallende Fett durch Herstellung von Obstmarmelade den nötigen Brotaufstrich herstellen zu können, wird man auf die öffentliche Bewirtschaftung eines Teiles der Obsternte nicht verzichten können.

Nun erstreckt sich die Reifezeit des Obstes auf drei Monate (August bis Oktober); seine Haltbarkeit ist eine unterschiedliche. Für die Kriegswirtschaft kann nur das spät reifende *Dauerobst* in Frage kommen.

Aber auch das kann man nicht aus zweiter und dritter Hand von kleinen und kleinsten Obstzüchtern „sammeln“, sondern muss es dort fassen, wo es in grösseren Mengen geboten wird. Das ist der Fall bei Strassenanpflanzungen und Obstplantagen. Erstere sind meist in Händen von Kreis- oder Stadtkommunalverwaltungen, letztere gehören überwiegend Genossenschaften.

Durch die öffentliche Bewirtschaftung *dieser* Pflanzungen wird also die Privatwirtschaft nicht berührt und keine Beunruhigung in die Kreise der „kleinen“ Obstzüchter getragen. Die Kommunalverwaltungen und die Genossenschaften aber haben die Pflicht, die Interessen der Allgemeinheit zu wahren und die Obsterträge nicht zu verpachten, sondern mit Hilfe ihrer alten Pächter in Eigenbewirtschaftung zu nehmen. Diese haben damit freilich nach den oben erörterten Grundsätzen aus der Klasse der selbständigen erwerbstätigen Personen auszuscheiden und müssen sich mit der Rolle bezahlter Kommissionäre begnügen.

Im Gemüsebau liegen die Verhältnisse nicht wesentlich anders. Hier wird nur der „Massenanbau“ (nach erfolgter Begriffsfeststellung) in öffentliche Bewirtschaftung zu nehmen sein, um den notwendigsten Bedarf an Trockengemüse für die Wehrmacht und an Sauerkraut für die Bevölkerung zu decken.

Im übrigen wird hier mehr als bei allen anderen Früchten durch günstige Preisstellung auf vermehrten Anbau und sich steigernde freiwillige Ablieferung an die Bewirtschaftungsstellen hinzuwirken sein.

Das Gemüse erfordert von allen Kulturpflanzen den meisten Aufwand an Arbeit und Dünger. Beide Betriebsmittel werden im Kriege besonders gefragt sein, daher hoch im Preise stehen und an sich höhere Gemüsepreise rechtfertigen. Es kommt aber noch weiter hinzu, dass uns der ausländische Markt zu einem grossen Teil verschlossen sein wird, das fehlende Angebot

wird demnach ebenfalls die Preise in die Höhe treiben. Weiter aber ist zu bedenken, dass der Mensch infolge Fleischknappheit, Mangel an Hülsenfrüchten und Hochseefischen und Ausfall der Reisnahrung auf den Genuss von grösseren Gemüsemengen angewiesen ist.

Die Gefahr, dass bei besonders günstiger Preisstellung das Gemüseland auf Kosten des Getreide- und Kartoffelbaues unverhältnismässig stark zunehmen wird, ist aus Mangel an Arbeitskräften, Kapital und Fachkenntnissen kaum zu befürchten.

Die für die kriegswirtschaftlichen Verhältnisse besprochenen Grundsätze, welche beachtet werden müssen, um die Pflanzenproduktion in die für die volkswirtschaftliche Ernährung gewünschten Bahnen zu führen, können sinngemässe Anwendung finden bei Förderungsmassnahmen, welche die Lenkung der Produktionsrichtung bei der Tierzucht im Auge haben.

An die Spitze unserer Leitsätze hatten wir oben die Forderung gestellt, dass alle als menschliche Nahrungsmittel irgendwie in Betracht kommenden Punkte des Ackerbaus auch möglichst restlos diesem Zweck nutzbar zu machen seien, dass die Preispolitik darauf einzustellen sei und namentlich bestrebt sein müsse, zu diesem Zweck die Preise des Brotkorns und anderer sowohl für menschliche als tierische Ernährung geeigneter landwirtschaftlicher Produkte möglichst schnell festzusetzen und in ein richtiges Verhältnis zu den Vieh- und Fleischpreisen zu bringen.

Es wird dabei nicht sein Bewenden haben dürfen; es werden vielmehr sofort auch Preise (Übernahme-, Höchstpreise) für alle weiteren Erzeugnisse und Veredlungsprodukte der Viehzucht (Milch, Butter, Käse, Wolle, Häute, Leder usw.) festzulegen sein, um die Produktion in die *gewünschte* Richtung zu drängen.

Alle reinen Futterstoffe sind daher in relativ niedriger Preislage zu halten. Bezüglich der Preisbemessung für Gerste und Hafer könnte man in Zweifel sein, ob die eine oder andere Getreideart höher zu setzen ist.

Für die *Bevorzugung* der Gerste würde sprechen ihr *höherer Nährwert* und der Umstand, dass sie in *Form von Gerstenmehl, -Graupen und -Grütze in ziemlichem Umfang zur Streckung und Ergänzung der menschlichen Nahrungsmittel herangezogen werden kann.*

Dagegen *spricht der grosse Haferbedarf der Heeresverwaltung, der höheren Haferpreis rechtfertigt*, um so mehr, als beim Hafer die Gefahr, dass zu geringer, oder wenig geeigneter Boden zum Anbau herangezogen und dadurch eine Ertragsverminderung bewirkt wird, nicht in dem Maſse vorliegt wie bei der Gerste.

Unter allen Umständen müssen aber beide in der Preislage unter der des Roggens gehalten werden.

Was den Umfang der Viehhaltung anlangt, so wird sich dieser unter den Bedingungen der Kriegswirtschaft um so mehr verkleinern, ein je grösserer Mangel an hochverdaulichen, eiweissreichen Kraftfuttermitteln mit zunehmender Absperrung vom Weltmarkt sich bemerkbar macht.

Je fühlbarer der Mangel wird, um so mehr wird die *Nutzviehhaltung* darunter zu leiden haben, da mit den hochwertigeren Nahrungsmitteln, soweit sie nach Deckung des Nährmittelbedarfs der Bevölkerung für die Viehfütterung noch verfügbar bleiben, in erster Linie die Arbeitstiere zur Aufrechterhaltung der Produktion zu versorgen sind.

Unter den Nutztieren werden es die Schweine sein, die zunächst ihre Daseinsberechtigung verlieren. Sie liefern nur einseitig Fleisch. Dessen Produktion war aber in Friedenszeiten ausser etwas Mais in der Hauptsache auf Kartoffeln und Gerste gestellt. Ersterer kann im Kriegsfall gänzlich ausfallen, die übrigen Futtermittel aber werden um so dringender für die menschliche Ernährung gebraucht, je mehr der Nahrungsspielraum, der dem Volke zur Verfügung steht, eingeengt wird.

Die Schweinehaltung drängt damit von selbst wieder dorthin, wohin sie von Hause aus gehört, in die Hand des „kleinen Mannes", um sonst nicht verwertbares Futter auszunutzen.

Aber auch Rindvieh- und Schafhaltung können im Friedensumfang nicht aufrecht erhalten werden, da es zur Ausnutzung des in der eigenen Wirtschaft erzeugten Grundfutters an hochverdaulichen Kraftfuttermitteln fehlt. Eine weitgehende Senkung unter den Friedensstand wird der Landwirt jedoch aus Rücksicht auf die Düngerproduktion und Erhaltung des Nachwuchses zu vermeiden suchen — selbst auf Kosten der Leistung und Rentabilität.

Diesen durch die Verhältnisse gegebenen Erscheinungen muss durch die Zentralbewirtschaftungsstelle bei der Preisabstimmung über die Erzeugnisse der Viehhaltung besonders Rechnung getragen und *diejenige Richtung in der Viehproduktion mit allen Mitteln gefördert werden, welche volkswirtschaftlich die wichtigsten Werte liefert.*

Es kann kaum ein Zweifel darüber herrschen, dass hier nur *Milchvieh- und Schafhaltung* gemeint sein können.

Wie bei der Normierung der Preise für die Erzeugnisse des Ackerbaus der Roggenpreis als Ausgangspunkt für die Festlegung des Spannungsverhältnisses der einzelnen Produktenpreise unter sich und zum Roggenpreis zu dienen hat, so hat die Basis für die vorliegenden Kalkulationen der *Milchpreis* zu bilden, zu dem Lebendgewicht- und Fleischpreise wie die der übrigen Produkte der Viehhaltung abzustimmen und zusammen in ein angemessenes Verhältnis zum Roggenpreis zu bringen sind.

Dabei müssen die massgebenden Stellen sich klar darüber sein, dass die Friedenspreisbeziehungen zwischen pflanzlichen und tierischen Erzeugnissen sich nicht aufrecht erhalten lassen, da bei dem Mangel an hochverdaulichem Eiweisskraftfutter die Erzeugung von Milch, die an ein enges Verhältnis von Eiweiss und Kohlehydraten im Futter gebunden ist, sich unverhältnismässig teurer stellt als zu normalen Zeiten. Sie ist an sich deshalb auch teurer als die Hervorbringung von Rindfleisch und noch mehr als von Schaffleisch. Die Fleischpreisstaffelung wird das ebenfalls zu bedenken haben und bei entsprechender Qualitatsbewertung die Preise

für das Fleisch so stellen müssen, dass einmal keine Neigung besteht, zur menschlichen Ernährung geeignete Nahrungsmittel zu verfüttern, und dass zum andern die Produktion die höhere Verwertung in der Milch-, Butter- und Käseerzeugung sucht.

Der Landwirt wird dann bestrebt sein, die in der Wirtschaft erzeugten und die sonst noch durch die Bewirtschaftungsstellen zu erlangenden wenigen konzentrierten Futtermittel zur besseren Ausnutzung des Grundfutters in der Milchviehhaltung zu verwenden.

Auf eine volle Ausnutzung des in der Wirtschaft erzeugten Grundfutters ist bei dem bald einsetzenden Mangel an hochverdaulichen Eiweissfutterstoffen selbst dann nicht zu rechnen, wenn eine wesentliche Minderung des Umfanges der Viehhaltung eingetreten ist.

Dem Staat wird daher die Pflicht erwachsen, alle Bestrebungen mit seinen reichen Mitteln zu unterstützen, welche darauf gerichtet sind, eiweisshaltige Nahrungmittel zu schaffen oder die Kultur von eiweisshaltigen Pflanzen einzuführen oder die Verdaulichkeit bisher wesentlich nur als Füllmasse dienender Rauhfuttermittel (Aufschliessung von Stroh) zu erhöhen.

Besondere Aufmerksamkeit wird er der Förderung der Wollschafzucht angedeihen lassen müssen, da das Schaf wie keine andere Viehgattung geeignet ist, auch geringer verdauliches Futter, das sonst in der Wirtschaft keine Verwertung finden würde, auszunutzen.

Das beste Mittel, die Viehhaltung in diese Richtung zu drängen, wird in der *günstigen Setzung der Wollpreise und deren Sicherung* über eine Reihe von Jahren in Form der oben erwähnten *Mindestpreise* bestehen, die wir zur Steigerung des Handelsgewächsbaus eingeführt haben wollten.

Das Interesse an der Schafhaltung könnte der Staat ausserdem noch dadurch steigern, dass er dem *Produzenten einen bestimmten Wollanteil für den Eigengebrauch garantiert. Zur Erhöhung der Leistung* in der eingeschlagenen Produktionsrichtung würde ein *gut ausgebautes Prämiensystem beizutragen* haben, dessen Träger zweckmässig Berufsverbände oder Körperschaften, welche die landwirtschaftliche Interessenvertretung wahrzunehmen haben, mit staatlicher Unterstützung sein würden.

Das Prämiensystem wird als eines der vielen „kleinen Mittel" anzuwenden sein, um die Kleintierzucht zu heben und Futterstoffe, die sonst nutzlos vergeudet werden oder in den Abfällen verloren gehen, für die Nahrungsmittelwirtschaft des Volkes mobil zu machen.

Wir haben neben der *Kaninchenzucht* hauptsächlich die *Ziegenzucht* im Auge. Sie muss im Kriege mit allen Mitteln gefördert werden und lässt sich verhältnismässig leicht heben, da die Ziege mit $^1/_2$ Jahr zur Fortpflanzung geeignet und nach einem Jahr erwachsen ist. Hierzu kommt, dass sie bei Stallhaltung, obwohl sie im Freien ziemlich wählerisch im Futter ist, sich an allerhand Futter gewöhnt und neben Kräutern und magerem Waldgras sich mit Laub und Gartenabfällen begnügt und sogar Spülicht, Küchenabfälle und dergl. fressen lernt. Sie lässt sich also ver-

hältnismässig billig erhalten, ist genügsamer und fruchtbarer als das Schaf und liefert Dung für ein kleines Stückchen Land und genügende, sehr fettreiche Milch für einen mittelgrossen Haushalt.

Die bestens gemeinten Massnahmen zur Förderung der Produktion versagen jedoch oder bleiben zum mindesten von recht zweifelhaftem Erfolg, wenn mit ihnen nicht Bestrebungen Hand in Hand gehen, die *zur Fortführung der Betriebe unentbehrlichsten Erzeugungsmittel in ausreichender Menge und Güte bereit zu stellen.*

Obenan steht hier neben der Bereitstellung genügender menschlicher und tierischer Arbeitskräfte die *Beschaffung der Dungstoffe.*

Die Produktion der in den landwirtschaftlichen Betrieben erzeugten Dungstoffe wird mit zunehmendem Ausfall der käuflichen, aus dem Ausland bezogenen eiweisshaltigen Futtermittel sehr schnell nach Menge und Güte abnehmen. Schwer wird hierbei namentlich der Ausfall der Proteïnstoffe ins Gewicht fallen, aus welchen im Boden mit Hilfe von Spaltpilzen wertvolle Stickstoffnahrung für die Pflanzen gebildet wird.

Es ist der Stickstoff aber gerade derjenige Pflanzennährstoff, der fast in allen Bodenarten im relativen Minimum sich befindet, von dem also, wenn wir hier nur den Vegetationsfaktor „Nährstoffe“ ins Auge fassen, letzten Endes die Höhe des Pflanzenertrages abhängt.

Ihn einzig und allein durch eine umfangreichere Anwendung der Gründüngung ersetzen zu wollen, ist aus Mangel an verfügbarer menschlicher und tierischer Arbeitskraft und dem nötigen Saatgut weder möglich noch auch erwünscht, sofern dazu etwa Erbsen oder Peluschken benutzt werden sollten, weil diese der menschlichen Ernährung dienen müssen.

Man wird demnach, wenn Kunststickstoff auf dem Markt nicht mehr erhältlich ist, im wesentlichen auf die in der eigenen Wirtschaft erzeugten Düngemittel: Stallmist und Jauche neben sonstigen Abfallstoffen angewiesen sein.

Auf ihre ausgiebige und *zweckmässigste Anwendung* muss vonseiten der Staatsgewalt im Interesse einer möglichsten Förderung der Produktion mit allen Mitteln hingewirkt werden. Sie wird dabei die Mithilfe aller derjenigen, welche berufen sind, als Berater und Lehrer der landwirtschaftlichen Kreise zu wirken, nicht entbehren können.

Damit ist freilich noch nicht alles getan. Soll die Produktion nicht weit unter das Durchschnittsmafs der Friedensjahre sinken, so muss der Bezug aus dem neutralen Auslande oder, wenn das nicht möglich ist, *die Herstellung von Stickstoffdüngern in eigenen staatlichen Grossbetrieben mit aller Energie aufgenommen und durchgeführt werden.*

Wir sind in diesem Kriege in der glücklichen Lage gewesen, uns dank der noch zur rechten Zeit gemachten Entdeckungen der Gewinnung des Stickstoffes aus der Luft vom Ausland in der Munitionsherstellung unabhängig zu machen. Leider scheinen wir technisch nicht in der Lage gewesen zu sein, so viel Stickstoff herzustellen, dass die Landwirtschaft hätte ausreichend damit versorgt werden können. Andernfalls wäre diese

Säumnis nicht entschuldbar und würde ein gutes Teil schuld haben an der fürchterlichen wirtschaftlichen Katastrophe, in die uns der tragische Schluss dieses Krieges gezogen hat.

Weit mehr freilich als an Dungstoffen wird es zunächst an den zur Aufrechterhaltung der Betriebe in vollem Umfange *ausreichenden Arbeitskräften* fehlen. Die wehrfähige Mannschaft steht vor dem Feinde oder wird dringend in der Kriegsindustrie benötigt, das beste Material aus dem Zugviehbestand ist „mobilisiert", Haus und Hof sind verödet, und schwache Frauen-, Kinder- und Greisenhände sollen die Arbeit leisten, die bis dahin auf den Schultern starker Kräfte ruhte.

Da hat der Staat einzugreifen und die nicht voll kriegsdienstfähigen Leiter grösserer Betriebe dem „Heimatheer" einzureihen, um die Produktion an Lebensmitteln nicht ins Stocken geraten zu lassen; denn die Schaffung von menschlichen Nahrungsmitteln ist auch „Kriegsarbeit", ist die vornehmste Kriegsarbeit und genau so wichtig, wie die Herstellung von Munition und Kriegswerkzeugen in der Industrie. Sie ist fast noch wichtiger als diese, denn sie schafft ihr erst den Boden für ihre Arbeit. Verhältnismässig spät ist das im verflossenen Kriege von den leitenden Stellen erkannt und gewürdigt worden.

Die Einführung der „*allgemeinen Zivildienstpflicht für Jugendliche*" hat der Nahrungsmittelbeschaffung des Staates die nötigen Handarbeitskräfte zu liefern, da auf Kriegsgefangene nicht sogleich und auf einen vorhandenen Stamm „fremder Arbeiter" nicht in jeder Jahreszeit zu rechnen ist. Diese Zivildienstpflicht der Jugendlichen wird durch eine allgemeine „*Hilfsdienstpflicht*" der im wehrfähigen Alter stehenden Personen bis zur Höchstgrenze von sechzig Jahren zu ergänzen sein, um „brachliegende" und in anderen Berufen oder Betrieben überschüssig gewordene Kräfte für die Erzeugung von Lebensmitteln mobil zu machen.

Der Heimatsdienstpflicht-Apparat wird im Frieden zu organisieren sein, um im Kriegsfall ebenso präzis in Funktion zu treten wie die militärische Mobilmachung.

Selbstverständlich muss im Kriege auch eine weitgehende *Beschaffung und Bereitstellung von Betriebsstoffen* aller Art, wie Kohlen, Benzin, Benzol, Petroleum, Öl u. dergl. vorgesehen sein, um Dampf- und Motorpflüge und andere Maschinen, welche der landwirtschaftlichen Erzeugung dienen, in Gang zu halten. Man hat sich dabei stets vor Augen zu halten, dass jede Verzögerung bei den Bestellungsarbeiten in Mindererträgen zum Ausdruck kommen kann.

Ist somit durch den Staat alles getan, was geeignet ist, die Produktion zu fördern und sie in die für die Volkswirtschaft nutzbringendsten Bahnen zu lenken, muss es weiter Aufgabe der Ernährungspolitik sein, die erzeugten Produkte nun auch für die Allgemeinheit nutzbar zu machen, d. h. also diejenigen Erzeugnisse, welche nicht für die Produzenten erforderlich sind, aus dem Lande herauszuziehen und sie dem nicht-landwirtschaftlichen Teil der Bevölkerung, den sogenannten „Bedarfsleuten", in angemessener Verteilung zuzuführen.

Der Produktionsregelung ist deshalb an die Seite zu stellen die Konsumtionsregelung.

III. Konsumtionsregelung.

Wir haben oben bereits festgestellt, dass sog. „Höchstpreise" das Doppelziel, das sie erreichen sollen, nämlich den „richtigen" Preis zu treffen und „sparsamste Verwendung" der Nahrungsmittel zu bewirken, nur dann zu erreichen vermögen, wenn das Recht der Beschlagnahme und Enteignung in der Hand des Staates vereinigt ist und *alle* für die menschliche Ernährung in Frage kommenden Produkte in öffentliche Bewirtschaftung genommen werden.

Nur durch rücksichtslose und lückenlose Erfassung *aller* für die Nahrungsmittelwirtschaft geeigneter *Erzeugnisse*, sowohl der im Inlande hervorgebrachten als auch der vom Ausland eingeführten oder in alten Beständen vorhandenen Vorräte, kann sich der Staat die Monopolstellung verschaffen und sichern, die nötig ist, um durch eine verständige Preispolitik die Produktion in die gewünschte Richtung zu lenken.

Eine staatliche Monopolverwaltung ist auch aus keinerlei „Geschäftsrücksichten" verpflichtet, wirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Preisstellung in den Vordergrund zu stellen. Sie ist freier in ihren Entschliessungen, sie kann ihre Aufgaben erweitern, ihre Ziele weiterstecken und sowohl sozialpolitische Rücksichten bei der Preissetzung walten lassen als auch finanzpolitischen Erwägungen Raum geben.

Sie kann, da sie als *alleinige Abnehmerin* aller über den Eigenverbrauch der Produzenten hinausgehenden *Erzeugnisse* und als *alleinige Lieferantin* der *Nahrungsmittel* und Gegenstände des täglichen Bedarfs für Konsumenten und Produzenten gleichzeitig auftritt, eine rechtzeitige und ausgiebige Anlieferung der Produkte mit ihren Machtmitteln erreichen und ist allein imstande, eine gerechte, ausreichende, zeitlich und örtlich organisierte Verteilung der Lebensmittel auf die Dauer zu garantieren.

Freilich wird sie — um so mehr, je länger der Krieg dauert — zur Durchführung ihrer Absichten auf gewisse Zwangsmassnahmen nicht verzichten können. *Zu diesen Zwangsmassnahmen wird gehören die gleichzeitig mit der öffentlichen Bewirtschaftung einzuführenden Ablieferungspflicht aller derjenigen Produkte, welche in der Wirtschaft des sog. „Selbsterzeugers" überschüssig sind.*

Defraudationen, Verstecken, Zurückhalten, böswilligen Zerstörungen u. dergl. wird man von vornherein dadurch zu begegnen suchen müssen, dass alle Umgehungen der Lieferungsschuldigkeit mit sehr hohen Geld- und Freiheitsstrafen unter öffentlicher Bekanntgabe der Namen der Bestraften geahndet werden.

Die Berechtigung und Notwendigkeit der Einführung dieses „Lieferungszwanges" wird niemand bezweifeln wollen, der ernstlich mit dem Studium von kriegswirtschaftlichen Fragen sich beschäftigt hat. Meinungsverschiedenheiten können wohl immer nur über die *Art seiner Durchführung* entstehen.

Um ihn für den Erzeuger möglichst wenig fühlbar zu machen, wird man bei voller Würdigung der Eigenart der landwirtschaftlichen Betriebe die Lieferungspflicht in erträgliche Formen kleiden und durch günstige Preisstaffelung und sonstige, dem Produzenten gewährte Vergünstigungen, die Ablieferungen so einrichten und regeln müssen, dass die Interessen von Konsumenten, Produzenten und des als Unternehmer in seinen Bewirtschaftungsstellen auftretenden Staates nach jeder Richtung hin voll gewahrt werden.

Dem Staat muss ebenso daran gelegen sein, zu Zeiten des dringlichsten Bedarfs Landesprodukte auf Lager zu bekommen wie nach seiner Deckung einen Teil des mit der Speicherung verbundenen Risikos und der nicht unerheblichen Kosten der Aufbewahrung und Verwaltung auf die Erzeuger abzuwälzen. Er wird, ganz abgesehen von der finanziellen Belastung, wegen rein technischer Schwierigkeiten die Einlagerung einer Jahresernte garnicht ins Auge fassen können und ist daher auf allmähliche Anlieferung der Produkte angewiesen.

Obwohl sich hier seine Interessen mit denen des Produzenten, dem aus den verschiedensten wirtschaftlichen Gründen auch nur mit einer nach und nach vor sich gehenden Ablieferung seiner Erzeugnisse gedient sein kann, völlig decken, wird er zur Beruhigung, als Anregung zu künftiger Erzeugung und als Entgelt für die Sicherstellung des dringlichsten Bedarfs in dem einen Falle *Lieferungsprämien* für die Abnahme des Risikos und in dem anderen Falle *Aufbewahrungsprämien* in Form entsprechend höherer Preise bewilligen müssen.

Praktisch tritt dies in Erscheinung bei den *Frühdruschprämien*, um durch Korn der neuen Ernte die gelichteten Bestände des abgelaufenen Wirtschaftsjahres aufzufüllen, und in der Staffelung der Preise nach der zeitlichen Folge bei der Ablieferung, derart zwar, dass nach einer Preissenkung während der Wintermonate für Frühjahrs- oder Sommerlieferung wieder höhere Sätze bewilligt werden.

Natürlich müssen die Preise so abgestimmt sein, dass es auch für den Produzenten lohnend ist, in Erwartung der höheren Frühjahrspreise das mit der Aufbewahrung infolge möglichen Verderbens, Schwund, Feuersgefahr u. a. m. stets verbundene Risiko auf sich zu nehmen.

So passt man auch die durch die Kriegsmassnahmen gebotenen Notwendigkeiten den natürlichen wirtschaftlichen Verhältnissen der Friedenswirtschaft am besten an. Dem Landwirt kommt so am wenigsten die Zwangswirtschaft zum Bewusstsein. Er behält die volle Verantwortung für die Führung seines Betriebes und bewahrt sich seine Berufsfreudigkeit, die als ein die wirtschaftliche Tätigkeit der einzelnen Stände regulierender und beeinflussender Faktor nicht zu gering eingeschätzt werden darf.

Doch schafft schliesslich der Umstand den öffentlichen Bewirtschaftungsstellen grosse Schwierigkeiten, dass ein *grosser Teil der für Verkauf und Verbrauch bestimmten Erzeugnisse zugleich Mittel der Erzeugung sind.*

Entweder sind sie Verbrauchs- und Erzeugungsgut zugleich (Getreide, Vieh, Kartoffeln) oder aber sie werden beim Gebrauch verbraucht und dadurch zum Produktionsmittel (Getreide, Milch).

Der Landwirt, namentlich der kleine Landwirt, ist misstrauisch gegenüber den käuflichen Futterstoffen und selbst in Friedenszeiten gewohnt gewesen, einen oft nicht unerheblichen Teil seiner Produkte in natura (Kartoffeln, Getreide) oder nach weiterer Verarbeitung in Form von Abfallstoffen (Kleie, Ölkuchen) an sein Vieh zu verfüttern. Die Neigung hierzu wird sich eher steigern, denn verringern, wenn das Futtermittelangebot auf dem Markte nachlässt oder die Hilfsfutterstoffe wegen Ausfalls der Einfuhr oder infolge Beschlagnahme aus dem Handel ganz verschwinden.

Mit den knapper werdenden Vorräten wird ihn die Besorgnis vor noch fühlbarerem zukünftigen Mangel teils zu einer reichlichen Ernährung seiner Viehbestände, namentlich des Zugviehs, zu einer Art „Vorratsfütterung“ veranlassen, teils ihm die Zurückhaltung und Speicherung von über das normale Mafs hinausgehenden Mengen nahelegen, um auf alle Fälle gegen Missernten des folgenden Wirtschaftsjahres gesichert zu sein.

Er wird weiter bestrebt sein, durch Beschaffung von Saatgut und Bezug von Zuchttieren aller Art den Verwendungsspielraum seiner eigenen Produkte zu steigern, ohne dass sein Betrieb in dem Ausmafs seiner wirtschaftlichen Leistungen wesentliche Einbusse erleidet.

In diese an sich verständlichen Bestrebungen muss mit rauher Hand die Notwendigkeit des Lieferungszwanges eingreifen.

Den Sonderwünschen des Einzelnen kann in Zeiten, in welchen es sich um das Wohl und Wehe von Millionen von Menschen handelt, nicht Raum gegeben werden. Vor allen Dingen wird die Verfütterung von allen für die menschliche Ernährung irgendwie in Betracht kommenden landwirtschaftlichen Produkten in roher und verarbeiteter Form sofort unter hohe Geld- und Freiheitsstrafen zu stellen sein. Es fällt hierunter auch das in manchen Gegenden mit leichtem Boden beliebte Verfahren, ungedroschenen Roggen in Form von Siede an die Pferde zu verfüttern.

Um Hintergehungen des Fütterungsverbotes nach Möglichkeit auszuschliessen, würden alle in den einzelnen Betrieben vorhandenen Zerkleinerungsmaschinen von Getreide (Quetschen, Schrotmühlen usw.) zu beschlagnahmen und grösseren Sammellagern zuzuführen oder an Ort und Stelle durch Herausnahme wichtiger Betriebsteile oder durch Plombenverschluss unbrauchbar zu machen sein.

Es ist das gewiss kein Allheilmittel gegen Umgehungen des Fütterungsverbotes, aber doch eines der wirksamsten kleinen Mittel, um einen übermässigen Verbrauch von Nahrungsmitteln zu verhüten. Das Verfahren ist um so mehr geboten, als durchaus die Möglichkeit besteht, auf Hand- und Schrotmühlen aller Art brauchbares Mehl für die Brotbereitung herzustellen. Ein Fabrikations- und Vertriebsverbot für Schrot- und Mahlmühlen an Privatpersonen wird die getroffenen Massnahmen unterstützen müssen, wenn anders sie wirksam sein sollen.

Saatgutverkauf und -Bezug wird auf das zulässigste Maſs herabzudrücken, seine Abgabe nur auf die anerkannten Zuchtwirtschaften mit ihren Anbaustationen zu beschränken sein, derart zwar, dass bei angemessener Preissetzung die Landwirte derjenigen Gegenden in der Versorgung zunächst berücksichtigt werden, in welchen nach vorgelegter amtlicher Beglaubigung Fehl- oder Missernten oder ernstliche Schädigungen durch Schmarotzer zu verzeichnen sind und die Bestellung gefährdet ist. Eine über dieses Maſs hinausgehende Freigabe des Verkehrs mit Saatgut kann aus Rücksicht auf die Sicherung der Volksernährung und unnötige Belastung der Verkehrsstrassen nicht anerkannt werden.

Wenn dem entgegengehalten werden sollte, dass ich als wissenschaftlicher Vertreter der Landwirtschaft doch eigentlich den entgegengesetzten Standpunkt einnehmen und weitgehendste Benutzung von Originalsaatgut befürworten müsse, so ist darauf zu erwidern, dass ich selbstverständlich die Wichtigkeit eines Saatgutwechsels und die Einführung neuerer, ertragreicherer Sorten durchaus in ihrer ganzen Bedeutung würdige, dass aber trotzdem in Kriegszeiten diese Forderungen gegenüber noch wichtigeren wirtschaftlichen Notwendigkeiten zurücktreten müssen.

Auch weiss jeder Fachmann, dass durchaus nicht immer das Originalsaatgut sogleich im ersten Jahr seine Überlegenheit dokumentiert, dass diese vielmehr sehr viel öfter, als das allgemein bekannt ist, erst im zweiten Jahr nach erfolgter Akklimatisation voll in die Erscheinung tritt. Dann aber kann der Krieg schon entschieden sein. Auch wird es nicht allzu schwer gelingen, durch Austausch mit Nachbarn eine Auffrischung seines Saatgutbestandes vorzunehmen und dadurch die öffentlichen Verkehrsmittel zu entlasten.

Ein besonders günstiger Umstand liegt darin, dass die *Kartoffeln*, welche beim Transport den grössten Raum beanspruchen, *einen Saatgutwechsel am ehesten entbehren* können, ohne in ihrer Ertragsfähigkeit zurückzugehen, wenn eine entsprechend sorgfältige Auswahl der Pflanzkartoffeln erfolgt, und das *Flachs*, bei welchem *Saatgutwechsel am meisten geboten* ist, in relativ kleinen Flächen angebaut wird, so dass die Versendung der geringen angeforderten Saatgutmengen keine technischen Schwierigkeiten machen kann.

Die Bedenken, welche gegen die unbeschränkte Freigabe des Saatguthandels zu erheben sind, liegen in gleichem Maſse beim Zuchtvieh nicht vor. Hier lässt sich einmal die Kontrolle sehr leicht durchführen, zum andern handelt es sich meist nur um wenige Stücke, die in Sammeltransporten zusammengestellt und zu einer Zeit zum Versand gebracht werden können, in welcher die Inanspruchnahme der Bahnen erfahrungsgemäss die schwächste ist.

Tritt schon durch die empfohlene Art der Organisation eine tiefgreifende Beschränkung des freien Verfügungsrechtes über die im eigenen Betrieb erzeugten Produkte ein, so können dem Landwirt noch weitergehende Eingriffe in seine wirtschaftliche Tätigkeit, in seine Lebensgewohnheiten nicht erspart werden.

Die Beschränkung oder Behinderung der Einfuhr aus dem neutralen Auslande stellt die heimische Ernährungsmittelwirtschaft auf eigene Füsse. Die wahrscheinlich verfügbare Menge an Nahrungsmitteln muss ermittelt, bzw. überschlägig rechnerisch gefunden und ihre Verteilung organisiert werden. *Der hierbei auf die Produzenten entfallende Anteil muss ihnen reserviert werden.*

Es fragt sich nur, ob dieser Anteil ebenso hoch oder niedrig zu bemessen ist wie der für alle übrigen Konsumenten festgelegte oder ob besondere Gründe die Zubilligung eines höheren Anteils rechtfertigen. Soll ihnen dieser Anteil von den abgelieferten Produkten „zurückgeliefert" werden, nachdem er (Getreide in Mehl) eine Umwandlung in Konsumtionsware erfahren hat, oder soll er ihnen vorweg zugewiesen werden, so dass auf seine Ablieferung verzichtet wird?

Die erste Frage läuft darauf hinaus, ob bei der unvermeidlichen Rationierung des Brotkorns eine Bevorzugung der Erzeuger sich rechtfertigen lässt. Die Gerechtigkeit erfordert, dass, wie im Felde alle Rang-. Partei- und Berufsunterschiede fortfallen, wenn es gilt, dem Feind die Stirn zu bieten und die Kugel wahllos hoch und niedrig trifft, so auch im Heimatheer Erzeuger und Verbraucher bezüglich Zuteilung der Nahrungsmittel absolut gleichzustellen sind. Nur dann, wenn alle Lasten und Pflichten gleichmässig auf alle Schultern einer Volksgemeinschaft verteilt sind, wird die Stimmung der „Masse", auf die es letzten Endes im Kriege doch ankommt, ihren patriotischen Schwung und auf die Dauer die Kraft behalten, die mannigfachen Entbehrungen, wirtschaftliche Schädigungen und seelische Depressionen zu überstehen, ohne Schaden an Körper und Geist zu nehmen.

Vom wissenschaftlichen Standpunkt würde die Forderung zu verfechten sein, einem jeden Individuum im Rahmen der zur Verfügung stehenden Nahrungsmittel *verhältnismässig* diejenige Menge von Nährstoffen täglich zuzuführen, die notwendig ist zur Erhaltung des ausgewachsenen Organismus, je individuell gestaffelt, oder die für die Stoffproduktion bei wachsenden Personen je nach Lebensalter, Konstitution, Beschäftigung usw. gebraucht wird.

Eine derart weitgehende Differenzierung ist undurchführbar in der Praxis, ihre Anwendung auch wohl in diesem Kriege nirgends versucht worden.

Dagegen hat man dem soeben ausgesprochenen Gedanken bis zu einem gewissen Grade dadurch Rechnung getragen, dass man sogenannte *Schwerarbeiterzulagen* für bestimmte Kategorien von Arbeitern bewilligt und einzelnen Kinder-Altersklassen gewisse Mengen von besonderen *Nährmitteln* zugewiesen hat.

Merkwürdigerweise hat man die Landarbeiter nicht zu den Schwerarbeitern gerechnet und ihnen daher keine Zulagen bewilligt. Und doch sind sie mit viel mehr Berechtigung in diese Kategorie einzureihen als viele Arbeiter der Rüstungsindustrie! Hier wird bei einer Tätigkeit in

bedecktem Raum vielleicht eine grosse Fingerfertigkeit und Gewandheit von dem Einzelnen erfordert, die aber nicht mit dem Mass von Kraftaufwand oder Energieverlust verbunden ist wie das bei sehr vielen landwirtschaftlichen Arbeiten der Fall ist (Mähen, Kartoffelabladen, Auf- und Abladen der Erntefuder u. a. m.). Bei der täglichen, reichlichen Bewegung in der freien Luft ist die Arbeit mit einer erheblichen Schweissabgabe des Körpers verbunden, der Stoffwechsel geht sehr lebhaft vor sich, steigert das Gefühl für Hunger und Durst und erfordert schon aus diesem Grunde eine reichlichere Nahrungsaufnahme als bei Beschäftigung in mehr sitzender Lebensweise, bei mehr gleichmässig gestalteten Arbeiten in Industriebetrieben.

Was den Landarbeitern recht ist, muss aber den Produzenten, die in überwiegendem Mafse selbst mitzuarbeiten pflegen, billig sein. Ihre Bevorzugung den übrigen Konsumenten gegenüber ist demnach anzuerkennen.

Kann man da nicht noch einen Schritt weitergehen und ihnen den ihnen zukommenden Anteil auf die Eigenproduktion anrechnen und ihn freilassen? Dafür spricht manches. Der Bauer ist zum Teil noch gewohnt, seinen Roggen auf die nächstgelegene Mühle (Wind-, Wassermühle), die oft im eigenen Dorfe liegen wird, zu bringen und auf die Vermahlung seines Kornes zu warten. Er ist misstrauisch, fürchtet aber weniger eine Verfälschung durch den Müller als einen Eintausch seines Kornes gegen das vielleicht minderwertigere des Nachbarn. So überwacht er gern das Einschütten des Korns und wartet stundenlang auf seine Vermahlung. Soll er jetzt sein gutes Korn abliefern und muss vielleicht (nach seiner Auffassung) minderwertiges Mehl zurücknehmen? Das wird ihn empören. Misstrauen, gekränktes Ehrgefühl und Trotz paaren sich und suchen nach einem Ausweg. Sie werden Mittel und Wege finden, die Vorschriften zu umgehen und zum mindesten den für *eigenen* Verbrauch bestimmten Mehlanteil sich anderweitig zu beschaffen und herzustellen (Geheime Mühlen; Herstellung primitiver Mahlvorrichtung, Benutzung von Wurst-, Kaffee- und anderen Zerkleinerungsmaschinen).

Den Bewirtschaftungsstellen wird mit der Abnahme eines Teiles der Arbeit nur gedient sein. Haben sie dann doch 40 % der Bevölkerung weniger mit Brotkorn zu versorgen!

Als gewichtiges Moment fällt schliesslich auch der Umstand in die Wagschale, dass durch Selbstversorgung der Erzeuger eine Entlastung der öffentlichen Verkehrsmittel eintritt.

Die beiden letzten Gesichtspunkte mögen seiner Zeit bei der Rationierung der sogenannten „Selbstversorger“ für die massgebenden Stellen ausschlaggebend gewesen sein.

Entschliesst man sich aber dazu, den Produzenten die Vermahlung ihres Kornanteils auf Mühlen nach eigener Wahl zu gestatten, dann muss wenigstens durch ein scharf durchdachtes und gut durchgeführtes Kontrollsystem dafür gesorgt werden, dass die gegebenen Vorschriften streng befolgt werden. Die Aussetzung von hohen Geld- und Freiheitsstrafen und Veröffentlichung der Straflisten werden eines der wirksamsten Mittel

sein, die Übertretung der Mahlordnung durch Müller und Erzeuger zu verhindern.

Die Selbstversorgung der Produzenten mit Kartoffeln ist durch deren voluminöse Beschaffenheit und leichte Verderbbarkeit von selbst gegeben. Die Einschränkung des Verbrauchs durch Menschen und Vieh wird nur zu erreichen sein durch eine angemessene Preissetzung, Preisstaffelung und Schaffung des richtigen Spannungsverhältnisses zwischen Kartoffel- und Viehpreis einerseits und Abstimmung beider zum Brotkornpreis, wie das weiter oben eingehender begründet worden ist, andererseits.

Die Versorgung der Bevölkerung mit Fleisch wird sich verhältnismässig einfach gestalten, wenn sie, wie mehrfach betont, durch eine weitsichtige Preispolitik rechtzeitig in die Wege geleitet und gefördert wird. Es wird dann von selbst dahin kommen, dass nur so viel Vieh gehalten wird, als zur notwendigsten Produktion des für die meisten Wirtschaften unentbehrlichen Stallmistes unbedingt notwendig ist und soweit es in seinen Produkten eine den Verhältnissen angemessene Rente gibt. Dass hierbei Milchvieh- und Wollschafhaltung in vorderster Linie stehen müssen, wurde schon an anderer Stelle ausgeführt.

Die Schweinehaltung wird *zunächst* eingeschränkt werden, ihr wird die Verminderung des Jungviehbestandes folgen, wobei die *männlichen* Tiere zuerst dem Messer des Fleischers zu überantworten sind. Die Futterknappheit und Fütterungsverbote und sehr hohe Pferdepreise werden es auch manchen kleineren Besitzer, den Kätner, Einhufer, Parzellenbesitzer usw. geraten erscheinen lassen, den hohen Wert seines Pferdes zu kapitalisieren und dafür Kühe zum Zuge zu benutzen. Damit wird kaum eine merkliche Minderung des Milchertrages, sicher aber eine wesentliche Futterersparung verbunden sein oder aber durch Umwandlung des Futters in Milch eine höhere Verwertung desselben erzielt werden.

Natürlich dürfen die den einzelnen Viehbesitzern aufzulegenden Lieferungskontingente nicht einfach nach der vorhandenen Stückzahl umgelegt werden, sondern es müssen nebenher Umfang des Besitzes und das Kulturartenverhältnis angemessene Berücksichtigung finden, weil sonst grosse Härten bei den Zwangslieferungen nicht zu vermeiden sind und die Aufzucht gefährdet wird.

Sehr viel schwieriger als die Fleischversorgung wird sich die Belieferung der Bevölkerung mit Milch und Fett gestalten.

Brot, Milch und Fett (Butter, Schmalz, Speck) bilden weit mehr die Grundlage der Ernährung bei der gesamten ländlichen Bevölkerung, als das beim Städter der Fall ist. Bei diesem ist die Nahrung mehr auf Aufnahme von Kartoffeln, Fleisch und Gemüse eingestellt. Die Gemüsekost ist dagegen auf dem Lande fast garnicht eingeführt und wenig beliebt.

Viele kleinere Betriebe haben Milch und Fett im Frieden nur für den eigenen Gebrauch produziert, sie allerdings reichlich verbraucht. Andere Wirtschaften haben auf eigenen Handzentrifugen die Milch entrahmt und die Butter, soweit sie nicht im Haushalt Verwendung fand, an Ge-

legenheitshändler oder feste Kundschaft verkauft, ein Teil der Produzenten hat die beste Verwertung der Milch in der Lieferung an eine der zahlreich vorhandenen Genossenschaftsmolkereien gefunden oder doch zu finden geglaubt. In hochintensiv bewirtschafteten Zuckerrübenwirtschaften endlich hat man schliesslich Frischmilchverkauf betrieben und oft die Butter für den eigenen Haushalt billiger auf dem Markt erstanden.

Durch die im Kriege notwendig werdende öffentliche Bewirtschaftung von Milch und Fett und deren Rationierung wird mehr oder weniger tief in die einzelnen Betriebe eingegriffen. Am empfindlichsten werden durch den Eingriff die kleinsten Produzenten getroffen. Will man aus diesen Betrieben die „Überschüsse" an Milch und Fett herausziehen, so kann das nur dadurch geschehen, dass man einmal den alteingewurzelten Gewohnheiten der Produzenten durch Begünstigung in der Versorgung Rechnung trägt, zum andern aber Milch- und Fettlieferung zur besseren Kontrolle und Erleichterung der Bewirtschaftung auf einheitlichen Nenner bringt und nur die Ablieferung von Vollmilch mit einem Mindestfettgehalt verlangt.

Das von einem Produzenten an die Abnahmestellen (Sammelmolkereien, Stadtverwaltungen, Krankenhäuser u. dergl.) zu liefernde Quantum wird nicht nur nach Stückzahl zu berechnen sein, sondern wird auch Gegend (Rasse), Produktions- und besondere örtliche Verhältnisse (Futtermisserntc, Hagel) zu berücksichtigen haben und so festzulegen sein, dass er das Kontingent abstellen kann, ohne zu Betrügereien greifen zu müssen. *Auch hier wird eine gesunde Preispolitik das mächtigste Agens zur Hebung der Produktion sein, die vielleicht in der Weise durchzuführen ist, das für jeden Liter über ein je Stück festgelegtes Mindestmass ein entsprechend höherer Preis bewilligt wird, der mit steigender Ablieferungsquote sich verhältnismässig schnell erhöht.*

Stillegung der Handzentrifugen und Buttermaschinen, sowie das Verbot ihrer Herstellung und ihres Vertriebes wird die Wirksamkeit und Überwachung der gegebenen Verordnungen gewährleisten müssen.

Der Hochstand unserer heimischen Landwirtschaft und ihrer Überlegenheit anderen Ländern gegenüber ist zum überwiegenden Teil auf den ausgedehnten Hackfruchtbau, namentlich auf den Zuckerrübenbau zurückzuführen. Die Höhe der Durchschnittserträge aller anderen Früchte ist ein Ausfluss der durch den Rübenbau gegebenen breiteren Basis einer Nährstoffersatzmittelwirtschaft. Der Staat muss demnach ein hervorragendes Interesse daran haben, die Quelle der Ertragsfähigkeit und -Ergiebigkeit für die Kriegswirtschaft nicht zum Versiegen zu bringen. Er wird also auch, um die Anbaufläche nicht übermässig sinken zu lassen, zu den mehrfach empfohlenen Mitteln greifen und durch eine weise Preispolitik und Begünstigung des Erzeugers durch Zuweisung von Zucker den Anreiz zum Anbau heben müssen. Als brauchbare Grundlage für die Berechnung der Zuweisungen in Form von „Erzeugerzucker" oder „Deputatzucker" könnte die Fläche des mit Rüben angebauten Areals und die zum Haushalt des Produzenten zu rechnende Personenzahl genommen werden.

Es ist selbstverständlich, dass die auf die einzelne Person hierbei entfallende Zuckermenge nicht so gross sein darf, dass mit dem „Überschuss" ein lebhafter Handel in den Kreisen der „Bedarfsleute" getrieben werden kann. Er wird deshalb die für den Frieden errechnete Durchschnittsration auch nicht überschreiten dürfen.

Eine sehr subtile Behandlung wird die Frage des Anbaus solcher Gewächse verlangen, deren Kultur in vielen Gegenden entweder ganz unbekannt oder deren Anbau in Deutschland auf eine Mindestfläche beschränkt ist. Es sind das die *Ölfrüchte und Gespinstpflanzen*, die man gemeinhin als Handelspflanzen bezeichnet.

Zu der Förderung ihres Anbaus werden noch weit mehr als bei den bisher besprochenen Fällen die wiederholt betonten Grundsätze in Anwendung zu bringen sein. Die Bevorzugung der Anbauer gegenüber dem übrigen Teil der Bevölkerung wird bei diesen Kulturen mehr noch als die Aussicht auf hohe Preise Anreiz zum Anbau geben und die Produktion heben, weil die Nachfrage nach den Ernte-, Abfall- und Veredelungsprodukten der genannten Pflanzen in den Erzeugerkreisen selbst lebhafter ist als bei dem Gros der städtischen Bevölkerung.

Es nutzt nichts, vor dieser Tatsache den Kopf in den Sand zu stecken und eine Vogelstrausspolitik zu treiben nur zu dem Zweck, das „Prinzip" zu retten. Je mehr man in diesem Falle den Interessen des Einzelnen dient, destomehr dient man der Gesamtheit.

Natürlich dürfen auch hier die den Erzeugern zugebilligten „Vergünstigungen" den Rahmen des wirtschaftlich absolut Notwendigen nicht überschreiten, wenn nicht Missstimmung bei dem übrigen Bevölkerungsteil hervorgerufen und einem unerwünschten Handel in „freien Erzeugerprodukten" Vorschub geleistet werden soll.

Von welcher Seite man auch die Sachlage betrachten und welche in der Landwirtschaft erzeugten Produkte man auch zur Beleuchtung der Frage heranziehen mag, man wird doch bei der Regelung der Konsumtion aller in einer abgeschlossenen Volkswirtschaft erzeugten Nahrungsmittel um eine gewisse, wenn auch noch so bescheidene Bevorzugung des Produzenten nicht herumkommen und wird damit dem Ganzen schliesslich auch am besten dienen.

Wir hatten oben festgestellt, dass aus rein praktischen Gesichtspunkten die Rationierung aller Lebensmittel für die „Bedarfsleute" nur so durchzuführen ist, dass allen Personen gleiche Mengen je Kopf und Jahr zugewiesen werden, dass aber immerhin ein gewisser Ausgleich für die Härten, die in diesem vereinfachten System liegen, durch Zubilligung von besonderen Zulagen an gewisse Kategorien zu erreichen ist.

Mit der Vereinfachung des Verteilungssystems müssen wir uns begnügen in der Überzeugung und Gewissheit, dass in dieser Einfachheit die Übersichtlichkeit garantiert und das reibungslose Funktionieren des komplizierten Apparates der Kriegswirtschaft gesichert ist.

IV. Finanzpolitik in der Kriegswirtschaft.

Wir haben nur noch die Frage zu prüfen, ob für die rationierten Lebensmittel alle Bevölkerungsschichten, also Reiche und Arme, die gleichen Preise zu zahlen haben oder ob ein Teil der Kosten des Jahreshaushalts der wirtschaftlich Schwachen auf stärkere Schultern abzuwälzen, d. h. mit anderen Worten, ob eine Preisstaffelung für die Lebensmittel nach Steuerklassen einzuführen ist. Dieser Einwand ist auf seine Berechtigung zu prüfen und bedarf prinzipieller Klärung.

In normalen wirtschaftlichen Verhältnissen des Friedens werden die Ausgaben für unentbehrliche *Lebensmittel* (Brot, Kartoffeln, Fleisch) in einem Haushalt A mit 5 Personen, der über ein Einkommen von 10000 M. verfügt, etwa 2000—4000 M. betragen. Sie betragen also 20—40 % vom Einkommen. Bei einem Einkommen eines Arbeiters von jährlich 1000 M. mit gleicher Personenzahl im Haushalt B werden die Ausgaben für Lebensmittel mindestens 800 M., also 80 % seines Einkommens, ausmachen.

Ist das Einkommen des Arbeiters hierbei nur so gross, dass es zur Fristung des Daseins gerade ausreicht, so deckt es sich mit dem Existenzminimum.

Steigen die Preise für Lebensmittel, so muss auch die Handarbeit um mindestens so viel teurer werden, dass das Existenzminimum unter allen Umständen gesichert ist.

Die Preissteigerung der Arbeit neben der Erhöhung der Lebensmittelpreise wird ein Anziehen der Preise der übrigen Gegenstände des täglichen Bedarfs und weiterhin aller Waren zur Folge haben. *Die ganze Lebenshaltung wird teurer.* Mit zunehmender Knappheit der im freien Handel erhältlichen sogenannten freien Lebensmittel (Konserven, Delikatessen aller Art) ändert sich die Basis der Lebenshaltung bei den beiden angezogenen Einkommenklassen. Der Nahrungsmittelspielraum des Haushaltes A verengt sich mehr und mehr und erreicht schliesslich den von Haushalt B, d. h. die Ausgaben für die *unentbehrlichen* Lebensmittel müssen, da diese rationiert und gleich in der Preisstellung sind, gleich hoch sein.

Gehört A zu den freien Berufen und ist er in der Lage, die günstige Kriegskonjunktur materiell für sich so auszunutzen, dass das Spannungsverhältnis zwischen seinen Einnahmen und den Ausgaben für die unentbehrlichen Lebensmittel sich erweitert, so wird sich der Anteil, den er für letztere aufzuwenden hat, vom Einkommen prozentisch noch niedriger stellen als im Frieden.

Bei Beispiel B wird sich im Spannungsverhältnis zwischen Einkommen und Ausgaben für unentbehrliche Lebensmittel so lange nichts ändern, als der Verdienst nicht das zur Fristung des Daseins notwendige Mindestmafs wesentlich überschreitet.

In eine sehr schwierige Lage geraten aber die „Festbesoldeten“, also das grosse Heer der staatlichen und städtischen Beamten und der Privatangestellten, und dies um so mehr und um so früher, je schneller das Existenzminimum ihre Gehaltsklasse erreicht. Da sie in den seltensten

Fällen imstande sind, aus eigener Kraft ihre Einnahmen zu erhöhen, werden sie Not leiden, wenn ihnen nicht geholfen wird. Staat und Kommune werden also gezwungen sein, durch Gewährung von Teuerungszulagen die Lebensverhältnisse der Beamten den Zeitumständen anzupassen.

Höhere Gehälter belasten das Budget. Das Gleichgewicht im Staats- oder Kommunalhaushaltsplan muss durch Aufnahme einer Anleihe oder durch Umlage von Steuern wieder hergestellt werden. Die Lasten wird die Allgemeinheit unter stärkerer Belastung der höheren Einkommen zu tragen haben.

Es fragt sich nur, ob es nicht zweckmässig ist, — schon aus rein finanzpolitischen Gründen — eine derartige Belastung der Etats zu vermeiden und die Lasten besser von vornherein auf stärkere Schultern oder auf die breite Masse abzuwälzen.

Um dies Ziel zu erreichen, sind zwei Wege denkbar. Entweder geht man von der *Zahlungsfähigkeit der Zensiten aus und staffelt die Preise für die unentbehrlichen Lebensmittel nach Steuerklassen* unter angemessener Berücksichtigung der Anzahl der zu einem Haushalt gehörenden Personen oder man *staffelt die Lebensmittelpreise nach Qualitätsunterschieden der Waren.*

Beide Wege sind gangbar. Prüfen wir den ersten!

Mir sind zur Hand die Zahlen des preussischen statistischen Landesamtes. Sie mögen also als Unterlagen für die Untersuchung dienen.

Darnach gliedert sich die gesamte Bevölkerung (Haushaltungsvorstände und selbständige Einzelpersonen [Einzelwirtschafter] nebst den Angehörigen der ersteren), wie folgt:

	Anzahl der Köpfe überhaupt	Hundertteile der betr. Gesamtbevölkerung
A. Einkommensteuerfrei		
a) weil das Einkommen den Betrag von 900 M. nicht überschreitet .	15230399	37,11
b) nach §§ 19 u. 20 freigestellt (einschliesslich der Personen, deren Veranlagung ausgesetzt ist) . .	3599162	8,77
	18829561	45,89
B. Zur Einkommensteuer, veranlagt in der Einkommensgruppe		
über 900— 3000 M.	19604571	47,77
„ 3000— 6500 „	1889583	4,60
„ 6500— 9500 „	304157	0,74
„ 9500— 30500 „	323027	0,79
„ 30500—100000 „	70349	0,17
„ 100000 „	14833	0,04
Gesamtbevölkerung:	41036081	100,00

Nach vorstehender Einteilung würden wir also 7 Steuerklassen haben, da die Zensiten unter A b jeweils einer oder der anderen Klasse zuzuweisen sind. Das Bild dürfte sich jedoch dadurch wenig verschieben. Wie wir aus den Zahlen ersehen, wird die Hauptmasse der Bevölkerung

durch die *niedrigsten* Steuerklassen repräsentiert. *Die Zensiten mit einem Einkommen über 9500 M. machen nur 1 °/₀ der Bevölkerung aus!*

Bei einer Konsumtionsabgabe werden also die breiten Massen die Hauptlast zu tragen haben.

Um trotzdem die leistungsfähigeren Steuerzahler zu den Lasten entsprechend heranzuziehen, müssten nach Festlegung eines Einheitszuschlages zum Brotpreis für die gesamte Bevölkerung den Steuerklassen mit wachsendem Einkommen wesentliche höhere Zuschläge auferlegt werden.

Die Durchführung könnte man sich in folgender Weise denken:

Je Kopf der landlosen Bevölkerung sind im Kriege durchschnittlich auf den Tag 200 *g* Mehl bewilligt worden, was einem Jahresquantum von 73 *kg* entspricht. Selbsterzeuger haben 85 *kg* Mehl je Jahr und Kopf verzehren dürfen, wenn man die ihnen zur Vermahlung freigegebene Menge von Brotkorn in Höhe von 100 *kg* in Mehl umrechnet. Nach der Personenstandsaufnahme von 1915 bezifferte s[illegible] die ländliche Bevölkerung in Preussen auf 21028607 und die städtische a[illegible] 20007474. Wir wollen der Einfachheit wegen annehmen, dass die Klasse [illegible]r Selbstversorger sich mit der ländlichen Bevölkerung deckt, was in der Wirklichkeit ja auch woh[illegible] annähernd der Fall sein wird.

Dann würden wir mit einem Gesamtkonsum von 32479782 *dz* Mehl zu rechnen haben. Hinzuzurechnen würden noch sein die Zulagen für Schwer- und Schwerstarbeiter und für Jugendliche, die wir mit etwa 2½ Millionen D.-Ztr. annehmen wollen, so dass wir insgesamt mit rund 35 Millionen D.-Ztr. zu rechnen hätten.

Nimmt man den Reinverdienst des Staates mit 20 M. je Doppelzentner an, so würde eine *Grund*einnahme von zunächst 700000000 M. zu verzeichnen sein. Nimmt man weiter an, dass der Doppelzentner Roggen mit 20 M. bezahlt wird, dass man aus ihm 80 *kg* Mehl (bei 80 °/₀iger Ausmahlung) und 16 *kg* Kleie (4 °/₀ Verstaubung gerechnet) gewinnt und dass nach Abrechnung der Einnahmen für Kleie, der Anrechnung von Unkosten für Mahlgeld, Transport, Speichermiete, Versicherung, Verwaltung, Verlust u. dergl. 1 *dz* Mehl sich auf 30 M. stellt, so würde 1 *kg* Brot auf etwa 50 Pf. zu stehen kommen.

Bei der Berechnung sind die Unkosten je Doppelzentner mit 10 M. aussergewöhnlich hoch in Ansatz gebracht worden, absichtlich zwar, um den Kommunalbewirtschaftungsstellen die Möglichkeit der Unkostendeckung offen zu lassen.

Wie soll nun die weitere Staffelung der Preise durchgeführt werden? Zur Einkommensteuer sind veranlagt in der Einkommensgruppe über 900 bis 3000 M. 19604571 Köpfe und damit 47,77 °/₀ der Bevölkerung.

Oben hatten wir aber festgestellt, dass diese Einkommensklasse, zu welcher die grosse Zahl der unteren und ein Teil der mittleren Beamten gehört, unter den Wirtschaftsverhältnissen des Krieges relativ am meisten zu leiden hat. Eine wesentliche Belastung wird demnach nicht stattfinden dürfen. Wir wollen sie daher nur mit 4 M. je Doppelzentner Mehl annehmen.

Da von 35 Millionen D.-Ztr. Gesamtmehlbedarf für diese Klasse 47,77 % in Frage kommen, erhalten wir einen Geldgewinn von 66878000 M.

Die nächste Einkommensgruppe wird bei ihrem Einkommen einen weiteren Zuschlag zum Mehlpreis von 6 M. je Doppelzentner vertragen können, so dass die Mehrbelastung für sie 10 Pf. je 1 *kg* beträgt. Diese Klasse macht jedoch nur 4,6 % der Gesamtbevölkerung aus und ergibt daher nur eine Einnahme für den Staat von 16100000 M.

In der folgenden Gruppe von 6500—9500 M. Einkommen sind nur noch 304157 Köpfe vorhanden, die nur 0,74 % der Gesamtbevölkerung ausmachen. Die Einkommensverhältnisse gestatten hier schon eine Belastung mit dem doppelten Zuschlag, also je 1 *dz* Mehl mil 20 M. Der Geldgewinn beträgt hier nur noch 5180000 M.

Die zur Einkommensteuer in der Einkommensgruppe von 9500 bis 30500 M. veranlagten Personen weisen 323027 Köpfe auf mit einem Anteil von 0,79 % an der Gesamtbevölkerung. Die Einkommensverhältnisse gestatten hier freilich eine kräftige Belastung. Ein Zuschlag von 30 M. zum Grundpreis des Mehls von 30 M. je Doppelzentner dürfte daher gerechtfertigt sein. Für den Staat fällt hierbei eine Einnahme ab von 8295000 M.

Die nächste Klasse hat nur noch 70349 Köpfe mit einem Anteil von 0,17 % an der Gesamtbevölkerung. Eine Belastung mit 60 M. Zuschlag zum Grundpreis des Mehles ist angezeigt. Sie bringt eine Einnahme von 3570000 M. Die höchste Steuerstufe hat gar nur noch 14833 Köpfe, deren Anteil an der Gesamtbevölkerung auf 0,04 % gesunken ist. Die Belastung kann im Verhältnis zur nächst niedrigeren Steuergruppe eine Verdoppelung erfahren, so dass der Zuschlag zum Mehlgrundpreis sich auf 120 M. je Doppelzentner stellt. Für den Staat fliesst eine Einnahme von 1680000 M. heraus.

Die Gesamteinnahmen würden sich also belaufen auf 801703000 M. Nimmt man einen Durchschnittsbestand von 6 Personen je Haushalt an, so würde durch die staffelförmige Verteuerung des Mehles bei einem Konsum von 200 *g* Mehl je Kopf und Tag folgende geldliche Belastung eintreten:

	Konsum im Jahr	Belastung je Jahr	Belastung je Tag
für einkommensteuerfreie Haushalte	438 *kg* Mehl	87,60 M.	24 Pf.
für Haushalte mit einem Einkommen von			
über 900— 3000 M. . . .	438 „ „	105,12 „	29 „
„ 3000— 6500 „ . . .	438 „ „	131,40 „	36 „
„ 6500— 9500 „ . . .	438 „ „	175,20 „	48 „
„ 9500— 30500 „ . . .	438 „ „	219,00 „	60 „
„ 30500—100000 „ . . .	438 „ „	350,40 „	96 „
„ 100000 „ . . .	438 „ „	613,20 „	168 „

Die höchste Einkommensgruppe ist in unserem Beispiel also siebenmal so hoch belastet wie die einkommensteuerfreie. *Trotzdem ist diese Belastung*

relativ gering, wenn man sie in Beziehung zum Einkommen bringt, von dem sie nur 0,613 % beträgt, während sie bei der einkommensteuerfreien Gruppe 9,73 % vom Einkommen ausmacht.

Es würden weiterhin belastet werden die Einkommensgruppen

über	900— 3000	M.	mit	9,73—3,54 % ihres Einkommens
„	3000— 6500	„	„	4,38—2,20 „ „ „
„	6500— 9500	„	„	2,70—1,85 „ „ „
„	9500— 30500	„	„	2,31—0,71 „ „ „
„	30500—100000	„	„	1,15—0,35 „ „ „

Die prozentuale Belastung sinkt also mit zunehmendem Einkommen sehr schnell und erreicht bei sehr grossem Einkommen trotz der von uns bereits vorgesehenen Erhöhung auf das 4—7 fache einen derart niedrigen Prozentsatz, dass sie als *Belastuug* nicht mehr wirken kann.

Soll sie also als solche wirklich von allen Bevölkerungsklassen empfunden und als Finanzquelle „gewertet" werden, müsste die Staffelung der Mehl-(Brot-)preise in Anlehnung an die Einkommensverhältnisse geregelt werden.

Legt man hierfür die prozentuale Belastung der das Existenzminimum überschreitenden Einkommen von 900 M. mit 9,73 % zugrunde und erhöht zur Vereinfachung der Rechnung den Prozentsatz auf 10 %, so würde die geldliche Belastung für die Mehlration für eine 6 köpfige Familie sich folgendermassen stellen:

	Konsum im Jahr	Belastung je Jahr	Belastung je Tag
für einkommensteuerfreie Haushalte	438 *kg* Mehl	87,60 M.	24 Pf.
für Haushalte mit einem Einkommen von			
über 900— 3000 M.	438 „ „	90— 300 „	24— 82 „
„ 3000— 6500 „	438 „ „	300— 650 „	82— 178 „
„ 6500— 9500 „	438 „ „	650— 950 „	178— 260 „
„ 9500— 30500 „	438 „ „	950— 3050 „	260— 833 „
„ 30500—100000 „	438 „ „	3050—10000 „	833—2740 „
„ 100000 „	438 „ „	10000—20000 „	2740—5480 „

Die aus dieser Konsumbelastung fliessenden Einnahmen für den Staat würden sich für die einzelnen Steuerklassen im Durchschnitt stellen wie folgt:

Einkommensteuerfreie Gruppe (wie oben)	700000000 M.
für Einkommensgruppe über 900— 3000 M. . . .	744352140 „
„ „ „ 3000— 6500 „ . . .	174564250 „
„ „ „ 6500— 9500 „ . . .	46704175 „
„ „ „ 9500— 30500 „ . . .	125613950 „
„ „ „ 30500—100000 „ . . .	70296250 „
„ „ „ 100000 „ . . .	34898600 „
	Sa.: 1896429365 M.

Stellt nun diese Art Belastung der einzelnen Privatwirtschaft schon eine den kriegswirtschaftlichen Verhältnissen durch gleiche prozentuale Heranziehung der Einkommen mehr Rechnung tragende Form der *gleichmässigen* Verteilung der Lasten dar, so ist damit eine *gerechte* noch keineswegs gegeben. Um diese Forderung zu erfüllen, müsste die Staffelung nach oben noch viel schäfer vorgenommen werden, denn auch bei diesem „Belastungsmodus" ist der Teil des Einkommens, der für die „unentbehrlichen" Lebensmittel von den höheren Einkommensgruppen aufzuwenden ist, verhältnismässig klein. Der Einkommensgruppe von 30500 M. verbleiben z. B. noch 27000 M. für andere Zwecke.

Dazu kommt noch, dass die Kinderzahl im umgekehrten Verhältnis zur Höhe des Einkommens zu stehen pflegt. Die vorgeschlagene Art der Belastung wird also wie eine Luxussteuer wirken. Wenn sie hie und da zur Verringerung der Dienstboten führt, kann das nur erwünscht sein, da dadurch Kräfte für andere Zwecke der Kriegswirtschaft frei werden.

Die Konsumtionsabgabe, in der geschilderten Form erhoben, wirkt aber wie eine Einkommensteuer. Man könnte daher den Einwand erheben, dass man die für die Staatswirtschaft nötigen Mittel sich einfacher durch eine richtig gestaffelte Einkommensteuer beschaffen könne.

Für die Verhältnisse der Friedenswirtschaft ist das unzweifelhaft richtig. Die Kriegswirtschaft aber prägt besondere Gesetze. Dem sozialen Empfinden der breiten Masse des Volkes entspricht es unzweifelhaft mehr, dass die „reicheren" Schichten „teureres" Brot essen müssen als sie selbst. Die unterste Volksschicht hat wenig Verständnis für Ansprüche, die über die Fristung des Daseins und Deckung des notwendigsten Tagebedarfes hinausgehen, und empfindet es als grosse Ungerechtigkeit, dass der „Reiche" (womit sie *jeden* besser Situierten zu bezeichnen beliebt) nicht mehr für die unentbehrlichen Lebensmittel aufzuwenden hat als sie selbst. Soziale Gesichtspunkte werden daher sowohl in der Kriegs- wie in der Übergangswirtschaft die Richtschnur für alle Massnahmen zu bilden haben, welche geeignet sind, die „Stimmung" der Masse zu beeinflussen.

Der zweite Weg, welcher zur Entlastung des Staatshaushaltes beschritten werden und zur finanzpolitischen Gesundung der Kriegswirtschaft führen könnte, ohne die breiten Massen des Volkes allzu stark zu belasten, würde zu suchen sein in der *Qualitätsstaffelung der Lebensmittel.*

Er kann *jedoch nur dann zum Ziel führen, wenn wirklich ausreichende Mengen an den unentbehrlichsten Lebensmitteln vorhanden sind,* so dass dem Geschmack des Konsumentenkreises auch im weitgehendsten Mafsstabe Rechnung getragen werden kann.

Die Staffelung wäre so denkbar.

Ein Grundpreis des Mehles (Brotes) garantiert eine Einnahme für die Staatskasse von 700 Mill. Mark, wie in unserem ersten Beispiel.

Nun werden vom Brot vier Qualitäten hergestellt, und zwar ein sehr billiges Brot zu dem Einheitssatz des Grundpreises. Es wird hergestellt aus Mehl zu 94 % Ausmahlung, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Streckungsmitteln. Es hat die Qualität vier. Die dritte Qualität liefetr

ein Mehl 80 %iger Ausmahlung. Es ist um 40 Pf. je Kilogramm teurer. Qualität Nr. 2 besteht aus Roggenmehl mit einer Ausmahlung von 65 %. Es ist das Brot unserer Friedenswirtschaft und wird mit 4 M. je Kilogramm teurer verkauft. Die erste Qualität besteht aus Weizenmehl mit 65 % Ausmahlung und Zusatz von 20 % Gerstenmehl. Es liefert schönes weisses Brot und feinstes Weizengebäck und steht daher 8 M. je Kilogramm teurer im Preise.

Wenn man aus den Erfahrungen der bisherigen Kriegswirtschaft abstrahiert und die im Schleichhandel für die vorgenannten Qualitäten gezahlten Preise heranzieht, kommt man zu der Überlegung, dass sehr wahrscheinlich von den 35000000 D.-Ztr., welche an die Bevölkerung auszugeben sind, nur etwa 25 % zu dem billigsten Satz in den Konsum gehen werden. Von den 45,89 v. H. der Gesamtbevölkerung, welche einkommensteuerfrei oder aus irgend einem Grunde nicht zur Einkommensteuer veranlagt worden sind, wird ein sehr grosser Teil im Kriege in die Einkommensgruppe über 900—3000 M. aufrücken und in der Lage sein, den höheren Preis für das Brot 80 %iger Ausmahlung zu zahlen.

Andererseits wird den zur Einkommensgruppe von 3000—6500 M. gehörenden Personen der laufende Konsum des Roggenbrotes mit 65 % Ausmahlung zu teuer sein und sie werden sich zum weitaus grössten Teil dem Konsum des Brotes der 3. Qualitätsklasse zuwenden.

Mit dem Konsum des Brotes 2. und 1. Qualität wird nur mit je 1 % der Gesamtbevölkerung zu rechnen sein.

Unter Zugrundelegung dieser Konsumtionswahrscheinlichkeiten gewinnen wir folgende Zahlen:

Einnahmen aus Grundmehlpreis	=	700000000 M.	(25 %)
3. Brotqualität (80 % Ausmahlung) aus der Gruppe der einkommensteuerfreien Personen 7350000 D.-Ztr. Mehl à 40 M. .	=	294000000 „	(73 „)
dazu Einkommensgruppen 900—3000 M. und 3000—6500 M. 16719500 D.-Ztr. Mehl à 40 M.	=	668780000 „	
2. Brotqualität 350000 D.-Ztr. Mehl à 400 M.	=	140000000 „	(1 „)
1. „ 350000 „ „ à 800 „	=	280000000 „	(1 „)
		Sa.: 2082780000 M.	

Wir kommen also bei beiden Auswertungen der Nahrungsmittelwirtschaft für die Finanzpolitik des Staates zu Einnahmen von je rund 2 Milliarden Mark. Auf die Verhältnisse des deutschen Reiches übertragen, würde hier mit einer Gesamteinnahme von $3^1/_2$ Milliarden Mark zu rechnen sein.

Die gleichen Gesichtspunkte der finanzpolitischen Ausnutzung können beim Zuckerkonsum in Anwendung gebracht werden, und dies mit umso grösserem Recht, als Zucker kein unentbehrliches Nahrungsmittel, vielmehr unter den veränderten Bedingungen der Kriegswirtschaft als Luxus-Konsumtionsartikel für den grössten Teil der Bevölkerung anzusehen ist. Es kann also auch der einkommensteuerfreie Teil der Bevölkerung in

bescheidenem Maſse zu den Kosten der Kriegswirtschaft herangezogen werden, zumal gerade seine Einkommensverhältnisse im Laufe des Krieges sich wesentlich bessern werden.

Im Kriege sind nun je Kopf und Jahr für die Bevölkerung 6 *kg* Zucker verausgabt worden. Rechnet man nur eine Grundbelastung von 50 Pf. je Kilogramm für allen Konsumtionszucker, so würde eine Familie von 6 Personen aus der einkommensteuerfreien Gruppe jährlich 6 *kg* Zucker × 0,50 M. × 6 Personen = 18 M. mehr aufzuwenden haben. Das sind auf den Tag noch nicht ganz 5 Pf.!

Nimmt man nun an, dass vom Zucker vier Qualitäten hergestellt und in den Konsum gegeben würden, dergestalt, dass je zwei Sorten Farin- und Raffinadezucker verausgabt würden, die sich beim Farinzucker z. B. durch Farbe und Grösse der Kristalle, bei der Raffinade nach Form und Farbe der Stückchen unterscheiden könnten, und dass die Preise folgende Staffelung je Kilogramm erführen:

Farinzucker 2. Qualität 0,50 M. pro Kilogramm Zuschlag zu den Beschaffungskosten + 2 M. je Kilogramm,
Farinzucker 1. Qualität 0,50 M. pro Kilogramm Zuschlag zu den Beschaffungskosten + 2 M. je Kilogramm,
Raffinade 2. Qualität 0,50 M. pro Kilogramm Zuschlag zu den Beschaffungskosten + 4 M. je Kilogramm,
Raffinade 1. Qualität 0,50 M. pro Kilogramm Zuschlag zu den Beschaffungskosten + 10 M. je Kilogramm,

so würde sich der Konsum wahrscheinlich so gestalten, dass nur rund 30 % der Gesamtbevölkernng den Farinzucker der 2. Qualität, der meinetwegen sich durch einen schwach gelblichen Farbenton von der 1. Qualität unterscheiden könnte, konsumieren würde. Ich nehme an, dass etwa 63 % sich dem Verzehr der 1. Qualität des Farinzuckers zuwenden, etwa 5 % die Raffinade 2. Qualität und nur rund 2 % die Raffinade 1. Qualität bevorzugen würden.

Legt man diese Annahmen den Berechnungen zugrunde, so erhält man folgende

Einnahmen aus dem Konsum des Farinzuckers	2.	Qualität	36900000 M.
„ „ „ „ „ „	1.	„	387450000 „
„ „ „ „ der Raffinade	2.	„	44280000 „
„ „ „ „ „ „	1.	„	51660000 „
		Sa.:	520290000 „

Die Zahlen in den einzelnen „Einnahmeklassen“ können selbstverständlich voneinander abweichen. Die Gesamteinnahme wird aber kaum unter 520 Millionen Mark liegen, weil der Konsum des teuren Zucker eher höher als niedriger sein wird als angenommen, wie die Beobachtungen und Erfahrungen der Kriegswirtschaft, namentlich in den von uns besetzt gewesenen Gebieten, gelehrt haben.

Dabei müsste sogenannter „Einmachezucker“ natürlich sehr billig, vielleicht sogar ohne jeden Zuschlag zum Grundpreis abgegeben werden, um die Möglichkeit weitgehendster Marmeladebereitung für die breite Masse

der Bevölkerung offen zu halten und besonders den Kindern ausreichende Mengen von Zucker in dieser Form billig zu bieten. Leider scheint man aber noch nicht überall begriffen zu haben, dass die Kinder viel *Zucker*, die Alten viel *Fett* in der Nahrung haben müssen, und dass es das Verkehrteste ist, was man tun kann, den Alten auf Kosten der wachsenden Jugend das Fett zu entziehen!

Dass ich es unter den Bedingungen normaler wirtschaftlicher Verhältnisse für unbedingt richtig halte, den Zuckerpreis möglichst *niedrig* zu halten, um die Konsumtion im Interesse der Bevölkerung zu steigern, und durch Steigerung der Nachfrage rückwirkend auf eine Vermehrung des Zuckerrübenbaus hinzuwirken, möchte ich zur Vermeidung missverständlicher Beurteilung der gemachten Vorschläge besonders betonen.

Es handelt sich bei der Betrachtung vorliegender Fragen um wirtschaftliche Bedingungen, welche durch die Kriegsverhältnisse eine völlige Umwertung erfahren haben und diese auch in der Übergangswirtschaft noch behalten werden, ja, die vielleicht *künstlich* aufrecht erhalten werden müssen, um durch ihre finanzpolitische Auswertung zu gesunden Verhältnissen zu gelangen und die Kriegsentschädigungen leichter zu tragen, ohne dabei die Quellen der *Produktion* durch zu starke Beseitigung der *Vermögen* zu verstopfen!

Auf die Bevölkerungsverhältnisse des deutschen Reiches übertragen, würde unter Zugrundelegung des halben Konsumquantums eine Einnahme von rund 800 Millionen Mark zu verzeichnen sein.

Durch eine ähnliche Heranziehung des Tabaks und Alkohols, also *reiner* Genussmittel, wird es möglich sein, die laufenden Einnahmen so zu gestalten, dass sie zum mindesten zur Zinsentilgung unserer Kriegsanleihen ausreichen, wenn nicht gar zur Deckung von Entschädigungsansprüchen herangezogen werden können.

B. Bevölkerungs- und Grundbesitzverhältnisse in Polen.

I. Die Verhältnisse in Polen.

a) Die Verteilung der Bevölkerung.

Nach den „Arbeiten des Warschauer Statistischen Komitees“ (61909 Heft 39) umfasste das Königreich Polen mit seinen Gouvernements im Jahre 1909 = 108180,5 Quadratwerst. Davon entfielen auf das

Gouvernement	Warschau .	14764,1	*qm*	Werst[1])	mit	1674631	Einw.,	d. i.	99,6	auf *qkm*
„	Petrikau .	10580.6	„	„	„	1901662	„	„ „	157,9	„ „
„	Kalisch . .	9769.2	„	„	„	1206141	„	„ „	108,5	„ „
„	Radom . .	10634.7	„	„	„	1069744	„	„ „	88,4	„ „
„	Kielce . .	8549,7	„	„	„	973247	„	„ „	100,0	„ „
„	Plock . .	8161,9	„	„	„	681047	„	„ „	73,3	„ „
„	Lomza . .	8635,6	„	„	„	625126	„	„ „	63,6	„ „
„	Suwalki .	10668,3	„	„	„	632734	„	„ „	52.1	„ „
„	Siedlec . .	12127,4	„	„	„	943661	„	„ „	68,4	„ „
„	Lublin . .	14261,8	„	„	„	1463271	„	„ „	90,2	„ „

[1]) Eine Quadratwerst ist gleich 1,138 *qkm*.

Von dieser Bevölkerung von 11935318 Seelen wohnten

in Städten 2614859.	Davon waren Juden	1051332	oder	40,2 %
„ Flecken 1036809.	„ „ „	468018	„	45,1 „
auf dem Lande 8283650.	„ „ „	228305	„	2,8 „
	zusammen:	1747655	oder	14,7 %

Am *dichtesten* ist also das Gouvernement *Petrikau*, am *dünnsten* das Gouvernement *Suwalki* bevölkert. Ganz allgemein fällt aber die relativ dichte Bevölkerung auf in einem Lande, das kulturell im Durchschnitt nicht auf grosser Höhe steht und industriell erst in den letzten Jahrzehnten in wenigen Kristallisationspunkten Ansätze zu schnellerer Entwicklung und modernem Wachstum erkennen lässt.

Zieht man mit Zechlin[1]) aus naheliegenden Gründen die östlichsten Landesteile Deutschlands vergleichsweise heran, so ergibt sich das überraschende Bild, dass beispielsweise in den vier preussischen Provinzen Ost- und Westpreussen, Pommern und Posen bei einer Oberfläche von etwa 121648 *qkm* im Jahre 1905 nur 7,3 Mill. Einwohner oder 60,3 auf dem Quadratkilometer wohnten, während Polen in demselben Jahre bei einem Umfang von rund 123326 *qkm* ca. 11,3 Mill. Bewohner oder 91,6 auf den Quadratkilometer zählte.

Wir werden in einem späteren Kapitel dieses Abschnitts sehen, dass diese eigentümliche und auf den ersten Blick befremdende Erscheinung nicht allein auf das Vorhandensein der grösseren Industriezentren Bendzin, Warschau und Lodz zurückzuführen ist, sondern vielmehr in den eigenartigen Agrarverhältnissen des Landes seine Erklärung findet.

Polen ist im ganzen ein agrarisches Land, denn, wie wir oben bereits gesehen haben, wohnten im Jahre 1909 von 11,9 Mill. Menschen 8,3 Mill. oder 69,4 % auf dem Lande.

Allerdings ist die Verteilung der Bevölkerung im ganzen Lande keineswegs eine gleichmässige. Wir können vielmehr recht erhebliche Unterschiede in der Bevölkerungsdichte der einzelnen Gouvernements und noch mehr der einzelnen Kreise feststellen.

So wohnen im Kreise Blonie 135,8 Menschen auf 1 *qkm*, in Kalisch 127,9, in Brzeziny 123,5, in Pinczow 121, in Czenstochau 118, Lask 115, Lenczyca 114, Sandomierz 113,3, Olkusz 114,8, Lublin 116,1, in Rawa dagegen nur 69,9, in Prasznysz 57,6, in Szczuczyn 55,7, in Augustow 45,6 und in Sejny im Gouvernement Suwalki gar nur 38,3.

Ganz allgemein fällt jedoch dabei auf, dass die *westlich* der Weichsel gelegenen Gouvernements und Kreise ungleich dichter bevölkert sind als die Ostkreise. Der Unterschied ist so gross, dass in den westlichen Gouvernements von 11,9 Mill. Einwohnern 4,3 Millionen, also fast $^2/_3$ der Gesamtbevölkerung leben. Das ist in erster Linie auf die schnelle industrielle Entwicklung des westlichen Polens zurückzuführen, was schon daraus hervorgeht, dass in Westpolen im Jahre 1909 in Städten und

[1]) Dr. Erich Zechlin, „Die Bevölkerungs- und Grundbesitzverteilung im Zartum Polen". Berlin 1916.

Flecken 35,2 % der Bevölkerung lebten, in Ostpolen dagegen nur 22,5 %. Allerdings darf nicht übersehen werden, dass auch die ländliche Bevölkerung im Osten dünner ist als im Westen, denn es betrug 1909 die Bevölkerung des platten Landes 4922000 Seelen links der Weichsel, rechts der Weichsel aber nur 3363000 auf je annähernd gleich grosser Fläche von 54000 Quadratwerst.

Besonders dicht ist die Bevölkerung massiert um die Industriezentren Warschau, Lodz und Bendzin-Czenstochau. Die Landkreise Warschau, Lodz, Bendzin tragen also durchaus industriell-städtischen Charakter. Auch die meisten angrenzenden Kreise zeigen noch einen industriellen Einschlag. Ihre Bevölkerung ist zuweilen innerhalb dreissig Jahren um das doppelte gestiegen. Ein lehrreiches Beispiel dafür bietet z. B. der Kreis Brzeziny, der zwischen den Industriezentren Warschau und Lodz gelegen ist. Seine Bevölkerung wies im Jahre 1872 nur 70,2 Einwohner auf den Quadratwerst auf, 1909 betrug die Seelenzahl des Kreises dagegen 140,6 auf den Quadratwerst, hat sich während dieser Zeit also genau verdoppelt!

Ähnliches Wachsen der Bevölkerung ist bei vielen Kreisen des westlichen Polens festzustellen, das mehr oder weniger unter dem Einfluss der industriellen Zentren erfolgt ist. Wo deren Ausstrahlungen aufhörten, nimmt die Bevölkerungsdichte gewöhnlich sehr schnell ab.

So zeigt z. B. der an der Weichsel gelegene und mit einem Teil selbst an den Teil Warschau angrenzende Kreis Sochaczew rein ländlichen Charakter und gehört mit zu den dünnsten besiedelten Kreisen im Weichselbogen. Seine Bevölkerung hat sich von 1890—1909 nur von 80,2 Einwohnern auf den Quadratwerst auf 83,0 vermehrt.

Von den im Kalischer Gouvernement gelegenen Kreisen zeigt Wielun die geringste Dichtigkeit in der Bevölkerung und von den zwischen Lodz und Warschau gelegenen Kreisen ist Rawa mit 80 Köpfen auf der Quadratwerst der überhaupt am dünnsten besiedelte Kreis des inneren Weichselbogens.

Ganz anders liegen die Bevölkerungsverhältnisse in dem östlich der Weichsel gelegenen Teile Polens. Er zeigt *fast* rein *ländlichen Charakter* und ist im Durchschnitt sehr viel dünner bevölkert als der Westen.

Am dichtesten besiedelt ist das Gouvernement *Lublin*, das an Bevölkerungsdichte kaum hinter den Gouvernements im Weichselbogen zurücksteht und in den einzelnen Kreisen oft über 100 Köpfe auf der Quadratwerst zählt. Die Gesamtbevölkerung ist in diesem Gouvernement von 1893 bis 1908 um rund 35 % gestiegen, und zwar annähernd gleichmässig in Stadt und Land.

Die Gouvernements Siedlec, Lomza und Plock haben schon eine erheblich dünnere Bevölkerung und weisen auch einen erheblich langsameren Bevölkerungszuwachs auf als Lublin.

Die ländliche Bevölkerung überwiegt überall. Sie betrug in Lomza 1909 noch 76 %.

Das am *dünnsten besiedelte Gebiet* Polens wird durch das Gouvernement *Suwalki* repräsentiert. In ihm kommen nur 59,3 Köpfe auf die Quadratwerst.

Die Bevölkerung dieser rein ländlichen Charakter tragenden Kreise hat sich in den Jahren 1890—1909 nur ganz unwesentlich vermehrt. Die Bevölkerungsdichte ist nennenswert nur in den Kreisen Augustow, Kalwarja und Suwalki gestiegen. Auch ist sie nur auf das Wachsen einiger Städte zurückzuführen. Die übrigen Kreise weisen Stillstand, Marjampel sogar einen Rückgang von 0,3 % auf.

Der Anteil der ländlichen Bevölkerung im Gouvernement Suwalki mit 81,2 % ist der grösste in Polen überhaupt.

Die verhältnismässig dichte Bevölkerung des Gouvernements Lublin und die äusserst dünne des Gouvernements Suwalki hängt, wie wir später noch sehen werden, mit der Bodenbeschaffenheit und der Grundbesitzverteilung zusammen.

b) Die Bodenverhältnisse.

Die Verteilung der Kulturen in Polen ist aus nachstehender Tabelle[1]) ersichtlich.

(Siehe Tabelle Seite 390.)

Aus dieser Tabelle ist zu entnehmen, dass die im Nordosten des Landes gelegenen Böden am minderwertigsten sind. Man kann das schliessen aus dem grösseren Anteil der Wälder, Wiesen und Weiden an den Gouvernements- bzw. Kreisflächen. Allerdings trifft das nicht für alle Verhältnisse zu. So macht z. B. die Waldfläche im Gouvernement Lublin 25,1 % von der Gesamtfläche aus und dabei gehören die meisten Kreise dieses Gouvernements zu den fruchtbarsten von ganz Polen!

Sonst deckt sich aber im allgemeinen der Begriff des minderwertigen Bodens mit obiger Klassifizierung, zumal das Warschauer statistische Komitee die Sumpfgebiete nicht als Unland, sondern als Wiesen oder Weiden zählt, sobald sie einen, wenn auch noch so bescheidenen Ertrag geben.

Die Gouvernements Lomza und Suwalki sind darnach die schlechtesten, denn der Anteil der Wiesen und Weiden macht in Lomza 23,4 %, in Suwalki 20,4 % aus. Dementsprechend nimmt das nutzbare Ackerland in Suwalki auch nur 47,1 % und in Lomza sogar nur 45,9 % der Gesamtfläche ein.

Überhaupt ist im ganzen östlichen Polen der Anteil des Ackerlandes an der vorhandenen Bodenfläche nur gering, er übersteigt nur in ganz wenigen Kreisen 60 % der Kreisfläche und erreicht sogar in dem durch grosse Fruchtbarkeit ausgezeichneten Gouvernement Lublin nur 52,4 %.

Dagegen gibt es in den westlichen Gouvernements nur sehr wenige Kreise, welche unter 60 % Ackerland haben. Viele Kreise haben über 70 %, der Kreis Nieszawa hat sogar 80,1 %.

[1]) Berechnet nach ZECHLIN, „Die Bevölkerungs- und Grundbesitzverteilung im Zartum Polen.

Gouvernement	Umfang in Hektar	Davon: unter Gebäuden, Gärten usw.		Pflügbares Land		Wiesen		Weiden		Wälder		Unland	
		Umfang ha	% der Fläche	Umfang ha	% der Fläche	Umfang ha	% der Fläche	Umfang ha	% der Fläche	Umfang ha	% der Fläche	Umfang ha	% der Fläche
Warschau	1 683 128	62 054	3,7	1 080 233	64,2	107 021	6,3	111 039	6,6	248 964	14,8	73 874	4,4
Kalisch	1 115 285	39 526	3,6	694 197	62,2	81 485	7,3	70 460	6,3	170 702	15,3	58 913	5,3
Kielce	970 053	31 591	3,3	522 609	53,9	59 378	6,1	79 036	8,1	234 297	24,2	43 135	4,4
Lomza	986 987	32 924	3,3	452 719	45,9	107 713	10,9	123 466	12,5	220 693	22,4	49 468	5,0
Lublin	1 619 398	56 368	3,5	848 971	52,4	151 396	9,3	83 650	5,2	406 372	25,1	72 638	4,5
Petrikau	1 210 842	39 824	3,3	714 107	59,0	78 562	6,5	76 513	6,3	251 121	20,7	50 712	4,2
Plock	938 667	28 822	3,1	568 148	60,5	79 351	8,5	85 175	9,1	127 194	13,5	49 975	5,3
Radom	1 205 219	43 388	3,6	639 601	53,1	71 255	5,9	83 188	6,9	312 968	26,0	53 816	4,5
Suwalki	1 226 841	35 699	2,9	577 482	47,1	152 350	12,4	98 334	8,0	280 017	22,8	82 956	6,8
Siedlec	1 386 584	40 998	3,0	698 517	50,4	169 895	12,2	123 446	8,9	286 548	20,7	67 198	4,8
Polen zusammen:	12 342 004	411 198	3,3	6 796 589	55,0	1 058 410	8,6	934 533	7,6	2 538 782	20,6	602 489	4,9

Über die *Güte des dem Ackerbau gewidmeten Bodens* liegen absolut zuverlässige Zahlen nicht vor. Ein einigermassen übersichtliches Bild kann man sich jedoch konstruieren, wenn man bei eigener Landeskenntnis sich den prozentualen Anteil des Waldes an der Gesamtfläche in den einzelnen Kreisen vergegenwärtigt.

Dann gewinnt man den Eindruck, dass Polen von der entferntesten Südostecke des Kreises Hrubieszow im Gouvernement Lublin bis zur äussersten Nordwestecke des Reiches in den Kreisen Nieszawa und Slupca von einem breiten Streifen fruchtbaren Weizen- und Rübenbodens durchzogen wird, der freilich, namentlich am linken Weichselufer, von einigen Wellen leichteren Bodens unterbrochen wird.

Die grössten zusammenhängenden Komplexe Weizen- und Rübenbodens finden sich namentlich um Kutno, bestehend aus dem ganzen Kreis Kutno, Teilen der Kreise Gostynin, Lowicz, Lenczyca und Kolo und in den Kreisen Wloclawek und Nieszawa, dem alten Kujawien.

Ebenso fruchtbarer Boden findet sich dann noch am Südrand des Gouvernements Kielce, der noch in die Kreise Opatow und Sandomierz des Gouvernements Radom übergreift.

Inselartig verteilt ist auf dem linken Weichselufer guter Boden noch im nördlichen Teil des Kreises Kalisch, um Sieradz herum und im Westzipfel des Kreises Lask.

Östlich der Weichsel liegt das zweite Hauptgebiet des Weizenbodens im Gouvernement Plock in den Kreisen Rypin, Lipno, Sierpc, Plock und Ciechanow und greift noch zu einem kleinen Teil über in die Kreise Makow und Ostrolenka des Gouvernements Lomza.

c) Die Grundbesitzverteilung.

Nach den Angaben des Warschauer Statistischen Komitees entfielen 1904 auf

den Kleinbesitz . . .	7032897	*ha* oder	57,2 %	,
„ Grossgrundbesitz .	5048392	„ „	41,0 „	;
ferner sind noch . .	167247	„ „	1,3 „	im Besitz von Städten,
und	65225	„ „	0,5 „	„ „ „ Kirchen, Schulen, milden Stiftungen usw.

Polen ist also, da der Kleinbesitz vorherrscht, ein Land der Bauern und Kleinstellenbesitzer. Es kommt noch hinzu, dass auf dem Grossgrundbesitz zugunsten der Bauern eine grosse Zahl von Servituten aller Art (Weidegerechtigkeiten, Holz- und Streunutzungen) ruhen, so dass die Zahlen für den Grossgrundbesitz eigentlich noch zu günstig sind.

Noch 1902 waren 125855 bäuerliche Stellen im Genuss von Servituten. Das sind 37,5 %! Diese Zahl mag sich im Laufe der letzten Jahre wesentlich verringert haben, immerhin ist sie noch so gross, dass sie in den meisten Kreisen auf die fortschrittliche Entwicklung der Landwirtschaft lähmend wirkt und eine stete Quelle des Ärgers und von Streitigkeiten zwischen Grundherrn und Bauern bildet.

Die Art der Verteilung des Grundbesitzes in den einzelnen Gouvernements ist aus nachstehender Tabelle zu ersehen:[1])

(Siehe Tabelle Seite 393.)

Der *Grossgrundbesitz* besteht aus *Kron-* und *Kirchenland* sowie *privatem Grundbesitz.* Das *Kronland* ist unbedeutend und betrug 1904 nur 5,9 % der Gesamtfläche. Am stärksten ist es im Gouvernement Suwalki vertreten, wo es 18,2 % ausmacht. Den geringsten Umfang nimmt es mit je 1,7 % in den Gouvernements Kalisch und Lublin ein.

Die Verteilung des Kronlandes scheint im übrigen mit den in Polen vorhandenen Waldbeständen zusammenzuhängen, denn 90 % der vorhandenen Kronländereien bestehen aus Wald, 3 % aus Unland und nur 7 % aus Ackerland.

Das *Kirchenland* ist ganz unbedeutend. Es ist nach der Revolution von 1863 meist eingezogen und zu Majoraten umgewandelt oder an landlose Bauern verteilt worden.

Der *private Grossgrundbesitz* gliedert sich in wenige *Latifundien* und sehr zahlreiche Güter mittleren Umfanges. Zu den Latifundien gehören die sogen. *Majorate.* Sie stellen Regierungsland dar, das besonders verdienten Beamten und Generalen russischer Herkunft verliehen wurde und nur mit Genehmigung des Zaren oder des regierenden Senates in Petersburg verkauft und nicht verpachtet werden durfte. Die Majorate machten 1909 jedoch nur 3,0 % der Gesamtfläche aus.

Nach den Ermittelungen des Warschauer Statistischen Komitees gab es im Jahre 1906 in Polen 7417 Güter mit einem Umfang von 3572207 *ha. Die mittlere Grösse der Güter betrug demnach 481,47 ha.*

Der durchschnittliche Umfang der Güter dürfte seit 1906 noch erheblich abgenommen haben, da in den letzten Jahren sehr stark parzelliert worden ist.

Der Anteil des Grossgrundbesitzes in den einzelnen Kreisen ist recht wechselnd. Über 50 % der Fläche nimmt er in 6 Kreisen, 40—50 % in 28 Kreisen, 30—40 % in 24 Kreisen und 20—30 % in 16 Kreisen ein. Zehn Kreise weisen unter 20 % Grossgrundbesitz auf.

Er ist *verhältnismässig am stärksten in Kreisen und Gegenden mit gutem Boden.* Im allgemeinen herrscht also in allen obengenannten Kreisen, die ausgesprochenen Rüben- und Weizenboden aufweisen, der Grossgrundbesitz vor oder ist doch stärker vertreten als im Durchschnitt des übrigen Polens.

Einen besonders grossen Umfang nimmt er in der Nordwestecke des Reiches ein, fast im ganzen Gouvernement Warschau, am Südrand der Gouvernements Kielce und Radom und in den Gouvernements Plock und Lublin.

[1]) Umgerechnet und zusammengestellt nach ZECHLIN, „Die Bevölkerungs- und Grundbesitzverteilung im Zartum Polen“, S. 116 ff.

Gouvernement	Kleinbesitz 1904			Grossgrundbesitz 1904				Sonstige Besitzer 1904		Majorate 1904	Privatgüter 1906		
				Kronland		Privatbesitz							
	Zahl der Stellen	Umfang ha	% der Fläche	Umfang ha	% der Fläche	Umfang ha	% der Fläche	Umfang ha	% der Fläche	Umfang ha	Zahl	Umfang ha	Durchschnittsgrösse ha
Warschau	122 830	877 005	52,1	63 512	3,8	700 927	41,6	17 294	1,0	32 661	1575	615 848	391,04
Kalisch	106 791	595 675	53,4	19 031	1,7	483 972	43,4	16 606	1,5	33 725	878	383 729	437,1
Kielce	128 046	536 454	55,2	83 796	8,6	336 913	34,7	12 883	1,5	37 846	606	274 346	452,7
Lomza	71 971	674 786	68,4	120 757	12,2	175 884	17,8	15 558	1,6	23 660	340	158 497	466,1
Lublin	164 534	895 402	55,4	26 840	1,7	116 145	40,8	34 760	2,1	28 374	651	566 266	870,0
Petrikau	126 060	690 827	57,1	56 083	4,6	441 112	36,4	22 826	1,9	41 205	696	347 914	500,0
Plock	56 403	493 323	52,6	25 852	2,7	407 668	43,4	11 821	1,3	8 394	1120	390 676	348,8
Radom	132 624	703 680	58,4	90 216	7,5	394 739	32,8	15 482	1,3	47 061	607	293 130	482,9
Suwalki	65 667	709 425	57,8	223 140	18,2	272 202	22,2	21 962	1,8	65 511	427	172 457	403,8
Siedlec	120 583	872 445	63,0	22 705	1,6	452 115	32,6	39 317	2,8	46 651	517	369 109	713,9
Polen zusammen:	1 095 509	7 349 027	57,2	731 937	5,9	4 328 032	35,1	233 006	1,8	365 105	7417	3 571 979	481,6

Abgesehen von den beiden zuletzt genannten Kreisen hat das ganze östliche Polen überwiegend *Bauernland.*

Wir können also auch hier wie bei der Verteilung der Bevölkerung die überraschende Feststellung machen, dass Ost- und Westpolen auch bezüglich der Grundbesitzverteilung grundverschiedenen Charakter zeigen.

Der *Kleinbesitz* selbst gliedert sich in *gross- und kleinbäuerlichen und in den Besitz der Fleckenbürger.* Der Stand der Grossbauern deckt sich ganz mit dem Begriff der sogenannten *kleinen Schlachta* oder des *Bastschuhadels.* Er findet sich zerstreut in ganz Polen, besonders zahlreich aber in den nordöstlichen Kreisen. Er soll von Ansiedlern abstammen, die dort einst von polnischen Königen zum Schutz gegen die Litauer angesiedelt wurden.

In den Händen der kleinen Schlachta fanden sich 1904 712026 *ha* oder 5,8 % der Gesamtfläche des polnischen Reiches. Dagegen belief sich der Anteil, den sie im Gouvernement Lomza an Grund und Boden hatte, auf 35,4 %, er betrug auch im Kreise Siedlec noch 35 % im Kreise Ciechanow 27,8 % und in Przasznysz 26,6 %.

Die kleine Schlachta stellt — wirtschaftlich betrachtet — nichts weiter dar als einen Grossbauernstand. Allerdings verdient er nach deutschen Begriffen selbst diese Bezeichnung kaum, denn, obwohl ihre Stellen im Durchschnitt mehr als doppelt so gross sind wie die der bäuerlichen, betragen sie doch durchschnittlich nur 13,44 *ha.*

Den *Fleckenbürgern* gehören 319411 *ha* oder nur 2,6 % der Gesamtläche. Die durchschnittliche Grösse der meist kleinstädtischen Handwerkern, Gutsbesitzern oder Gewerbetreibenden gehörigen Landstellen beträgt nur 3,82 *ha.* Sie sind räumlich ziemlich gleichmässig über ganz Polen verbreitet.

Die Hauptmasse der ländlichen Bevölkerung wird durch den *Kleinbauernstand* gebildet. In seinem Besitz befinden sich 6017590 *ha* oder 48,8 % der Gesamtfläche.

Üer die Besitzverhältnisse des Kleinbauern gibt nachstehende Tabelle eine Übersicht.[1])

(Siehe Tabelle Seite 395.)

Wir entnehmen daraus, dass über die Hälfte der Kleinbauern infolge des geringen Umfanges ihrer Besitzungen keine gesicherte Existenz hat. Die Grösse ihres Besitzes reicht bei dem niedrigen Kulturzustand des Bodens, der Minderwertigkeit des Ackers und der meist hohen Kopfzahl der Familienangehörigen nicht aus, die Familie zu ernähren. Sie bilden daher ein breites bäuerliches Proletariat, das auf Nebenverdienst angewiesen ist und diesen in Tagelöhnerei und Fuhrwerksdienst für die zahlreichen jüdischen Handelsleute sucht und findet.

Glücklich verteilt sind die verschiedenen Grössenklassen der bäuerlichen Besitzungen in den Gouvernements Lomza und Plock und am

[1]) Zusammengestellt und umgerechnet nach Wladyslaw Grabski, „Materialien zur Bauernfrage". S. 26. Warschau 1907 (poln.).

günstigsten liegen die Besitzverhältnisse im Gouvernement Suwalki, wo die grösseren Bauernstellen über $7^1/_2$ *ha*, 42,6 % ausmachen, also einen lebensfähigen Bauernstand besitzen. Die Besitzungen über 15 *ha* Grösse sind auch noch in den Gouvernements Siedlec und Warschau mit je 6,4 und 7,4 % als über dem Durchschnitt Polens liegend vertreten.

Gouvernement	Zahl der Besitzungen im Umfange von Hektaren					Prozent der Stellenzahl				
	bis $1^1/_2$	$1^1/_2$—$4^1/_2$	$4^1/_2$—$7^1/_2$	$7^1/_2$—15	über 15	bis $1^1/_2$	$1^1/_2$—$4^1/_2$	$4^1/_2$—$7^1/_2$	$7^1/_2$—15	über 15
Warschau	159 494	35 726	27 240	26 689	8 509	14,0	31,3	23,9	23,4	7,4
Kalisch	20 197	36 249	21 697	15 482	4 018	20,7	37,1	22,2	15,9	4,1
Kielce	26 747	54 592	23 218	8 727	976	23,4	47.9	20.3	7,6	0,8
Lomza	11 939	18 746	15 761	14 398	7 568	17.3	27,2	22,8	20,9	11,8
Lublin	20 546	72 049	36 118	19 388	3 266	13,6	47,3	24,0	12.9	2,2
Petrikau	20 388	51 613	28 380	15 927	3 045	17,0	43,3	23,8	13,4	2,5
Plock	8 934	16 428	9 492	10 323	7 494	16,9	31,2	18,1	19,6	14,2
Radom	24 903	49 297	26 365	16 131	3 526	20,7	41,1	21,9	13,4	2,9
Suwalki	10 835	16 088	10 054	14 504	12 961	16,8	25,0	15,6	22,4	20,2
Siedlec	10 877	37 111	31 786	21 445	6 863	10.0	34.5	29,4	19,9	6.4
Im ganzen in Polen:	171 250	379 925	238 311	163 600	59 137	17,0	37,5	23,5	16,2	5,8

Parzellenbetriebe und *Zwergwirtschaften* finden sich hauptsächlich *in den südlichen Gouvernements* Kalisch, Kielce, Lublin, Petrikau und Radom, in denen die Stellen zusammen je 57,8, 71,4, 60,9, 60,3 und 61,8 % ausmachen. Unter ihnen weist Kielce die niedrigste Prozentzahl der grösseren Kleinbesitzer überhaupt auf. Besitzungen mit einem Umfange von $7^1/_2$ bis 15 *ha* werden nur 7,6 %, solche über 15 *ha* Grösse sogar nur 0,8 % gezählt!

Ganz allgemein ist zu sagen, dass die nördlichen Gouvernements, namentlich die der Nordostecke, eine grössere Anzahl von grösseren Kleinbesitzungen aufweisen, während Zwerg- und Parzellenbesitz vorwiegend im Süden beiderseits der Weichsel anzutreffen ist.

Die spezielle Betrachtung lehrt, dass die Agrarreform in Polen keine glückliche gewesen ist, weil sie die meisten Bauern mit zu wenig Land ausgestattet und dadurch ein kleinbäuerliches Proletariat geschaffen hat, wie es selten in der Welt zu finden sein wird!

Hüten wir uns, dass wir bei der auch bei uns beabsichtigten Reform des Agrarwesens nicht in den gleichen Fehler verfallen!

Gemeinschaftlicher Besitz ist bei den Bauern nicht gross, er hält sich in der Regel unter 10 % des Kleinbesitzes und hat eigentlich nur bei den Fleckeneinwohnern eine gewisse Bedeutung. Meist handelt es sich dann um gemeinsame Hutungen der Fleckenbürger.

d) Beziehung zwischen Grundbesitzverteilung und Bevölkerungsdichte.

In einem früheren Kapitel hatten wir darauf hingewiesen, dass die Bevölkerungsdichte gewisser Bezirke auf die zunehmende Industrialisierung

zurückzuführen sei. Namentlich trifft dies zu für Warschau, Lodz und das Bendziner Industrierevier. Da aber auch rein ländliche Kreise eine Dichtigkeit der Bevölkerung aufweisen, welche die unserer östlichsten Provinzen z. T. um das Doppelte übertrifft, so müssen die Ursachen hierfür in anderem zu suchen sein.

Sie sind denn auch in den eigenartigen Agrarverhältnissen des Landes begründet. Wir sahen schon, dass die Stellen bis zu $4^1/_2$ *ha* Grösse 54,5 $^0/_0$ von den vorhandenen Besitzungen einnehmen. Es ist also eine ungeheure Zersplitterung des Bodens vorhanden, die in den vielen Zwergbetrieben ihren Ausdruck findet.

Dazu kommt, dass die Fruchtbarkeit gerade in den Kreisen der Kleinsiedler sehr gross ist. Die durchschnittliche Kopfzahl einer Familie ist mit acht Personen nicht zu hoch angenommen. Auch ist es durchaus nichts Seltenes, dass bei dem ausgesprochenen Hang des Polen, seine Kinder im Erbgang möglichst gleich zu stellen, selbst die kleinsten Anwesen häufig noch geteilt werden und dann zwei kinderreiche Familien ernähren sollen und die vorhandenen Behausungen mit ihren beschränkten Räumlichkeiten diesen Unterkunft gewähren müssen.

Die Folge dieser Zustände ist ein starkes ländliches Proletariat, das z. T. in die Industriebezirke abgeströmt oder zur Saisonarbeit nach Deutschland gezogen oder auch teilweise zum Tagelöhner des Grossgrundbesitzes herabgesunken ist.

Die Bevölkerungsdichte ist denn auch um so grösser in den einzelnen Kreisen, je stärker die kleinsten Besitzungen vertreten sind. Natürlich spielen auch das Verhältnis des Ackerlandes zur Gesamtfläche des Kreises wie die Verteilung von Gross- und Kleingrundbesitz eine gewisse Rolle, wenngleich sie mehr nebensächlicher Natur sind.

Wir hatten schon festgestellt, das durchschnittlich die bäuerlichen Stellen und die der kleinen Schlachta in der Nordostecke Polens am grössten sind, gleichzeitig ist dort aber auch der Anteil des Ackerlandes an der Gesamtfläche der Kreise am geringsten. Infolgedessen zeigt auch das Gouvernement Suwalki mit 59,3 Köpfen auf der Quadratwerst die geringste Bevölkerungsdichte.

In den beiden anderen Gouvernements des Nordostens liegen die Verhältnisse ähnlich. *Relativ grosse Stellen bei zwar überwiegendem Kleinbesitz, aber ungünstigen Bodenverhältnissen bedingen dünne Bevölkernng.* Sie wird von Norden nach Süden grösser mit Verkleinerung der Stellen und besserer Bodenqualität. Am dichtesten ist sie daher in den Kreisen, in welchen Rüben- und Weizenböden vorherrschen und dort, wo die Landwirtschaft bei gehobener Bodenkultur einen höheren Intensitätsgrad aufweist.

Ersteres ist der Fall in den fruchtbaren Kreisen des Südrandes der Gouvernements Kielce, Radom und Petrikau und zum Teil im Lubliner Bezirk, letzteres trifft namentlich zu auf das Kutnoer Land und Altkujawien in der Nordwestecke des Reiches.

Im Kreise Kutno ist eine besonders starke landlose Bevölkerung vorhanden, welche in den zahlreichen Zuckerfabriken des Kreises und bei dem umfangreichen Grossgrundbesitz Wohnung und Nahrung findet. Im nordwestlichen Polen ist die landwirtschaftliche Kultur am höchsten entwickelt. Der Boden ist fruchtbar und ergiebig und eher als anderswo befähigt, auch bei kleinerem Umfang eine Familie zu ernähren, so dass die Stelleninhaber weniger auf Nebenerwerb angewiesen sind. Die Grossbetriebe sind daher auf einen sesshaften Arbeiterstand angewiesen, dies um so mehr, als der umfangreiche Rübenbau viel Arbeitskräfte erfordert. Infolgedessen weisen alle in der Nordostecke Polens gelegenen Kreise auch eine zahlreiche landlose Bevölkerung und trotz des Vorherrschens des Grossgrundbesitzes eine grosse Dichtigkeit der Bevölkerung auf, die zwischen 120 und 145 Köpfen je Quadratwerst schwankt.

e) Das Deutschtum in Polen.

Das Deutschtum ist in Polen stärker vertreten als allgemein angenommen wird und bekannt ist. Da Deutsche und Protestanten in Polen annähernd gleich zu setzen sind, so werden wir nicht zu weit fehl gehen, wenn wir die Zahl der Deutschen nach der im Jahre 1909 vorgenommenen Feststellung der Konfessionen mit rund 600000 annahmen. Etwa 200000 wohnen in den Städten, davon 106000 allein in Lodz. Die deutsche Bevölkerung in Zgierz bei Lodz beträgt 31,3 %, in Tomaszow 18,8 %, in Zdunska-Wola sind von 22504 Einwohnern 7273 Protestanten und in Gombin, Gostynin, Pabianice und anderen Städten machen die Deutschen einen erheblichen Bruchteil der Bevölkerung aus.

Der grösste Teil der Deutschen lebt jedoch auf dem Lande in geschlossenen Siedlungen. Nach der räumlichen Verteilung sind *drei Hauptgebiete* zu unterscheiden.

Das *erste Hauptgebiet* liegt *im Lodzer Industriebezirk.* Es weisen auf Kreis Petrikau 9,6 %, Lask 13,8 %, Brzeziny 18,2 % und der Landkreis Lodz sogar 31,3 % prostestantische Bevölkerung, die sich hier fast genau mit der deutschen Bevölkerung deckt, zumal auch noch um Lodz herum Kolonistendörfer liegen, die überwiegend *katholische Deutsche* haben.

Das *zweite Hauptgebiet* wird dargestellt durch einen breiten Streifen Landes, der sich längs der posen-westpreussischen Grenze hinzieht und die Grenzkreise mit ihrem Hinterland umfasst. Es sind dies die Kreise Kalisch mit 11,5 %, Slupca mit 14,3 %, Konin mit 12,4 %, Kolo mit 12,4 %, Rypin mit 13,9 %, Lipno mit 19,4 % und Wilkowyszki mit 16,2 % Deutschen.

Ein *dritter Siedlungsstreifen* zieht sich die Weichsel aufwärts bis Warschau, meist in Anlehnung an das linke Ufer des Stromes. Es weisen daher der Kreis Nieszawa 11,9 %, Wloclawek 12,9 %, Gostynin 15,5 %, Sochaczew 9,9 % und Warschau-Land 12,3 % deutsche Bevölkerung auf.

Über 5 % der Kreisbevölkerung nimmt das deutsche Element noch ein in den Kreisen Turek, Sieradz und Lencyza links und in Plock rechts der Weichsel. Ein kleineres geschlossenes Siedelungsgebiet findet sich dann nur noch im Kreise Cholm des Gouvernements Lublin, der 16,5 % Deutsche aufweist.

Die deutschen Bauern wohnen meist in geschlossenen Kolonien und haben nicht nur ihre Muttersprache, sondern oft auch noch den Dialekt ihrer deutschen Heimat, die sie vor mehr als 100 Jahren verlassen haben, und vor allen Dingen deutsche Sitte, deutsche Ordnung und deutsche Frömmigkeit sich rein zu erhalten verstanden.

2. Der Kreis Kutno-Gostynin.[1])

a) Bodenbeschaffenheit und Grundbesitzverteilung.

Im vorigen Kapitel hatten wir festgestellt, dass sich ein breiter Streifen fruchtbaren Landes durch ganz Polen hinzieht von der entferntesten Südost- bis zur äussersten Nordwestecke.

Einen Teil dieses Landstriches bildet das sogen. „Kutnoer Land“, dessen Kern aus dem Kreise Kutno besteht, der aber noch Teile der Kreise Lenczyza und Kolo im Südwesten und Westen, von Wloclawek im Norden, Gostynin im Osten, Sochaczew im Südosten und Lowicz im Süden umfasst.

Der Boden besteht aus tiefgründigem humosen Lehmboden mit hohem Kalkgehalt und grosser Wasserkapazität in fast ebener Lage und ist durchgehend rüben- und weizenfähig. *Der Kreis Kutno zählt daher auch allein elf Zuckerfabriken.* Acht davon gehören einem Konzern Warschauer Industrieller, Konstancya bei Kutno gehört einer Warschauer Aktiengesellschaft und nur Strzelce befindet sich in Privatbesitz. Sie gehört einem Familienverbande, dessen Senior-Chef zur Zeit von Treskow-Friedrichsfelde bei Berlin ist.

Neben Nieszawa ist *Kutno* derjenige Kreis, der ***am meisten nutzbares Land*** in ganz Polen besitzt. Sein Ackerland beträgt 79,5 %, das Wiesen- und Weidenland 7,3 %, Unland 3,5 % und Waldland nur 6,6 %. Eine geringere Waldfläche weisen nur noch die Kreise Nieszawa und Lenczyza auf.

Von den westlichen Kreisen hat Kutno von den der Landbank[2]) angeschlossenen Gütern die günstigsten Bodenverhältnisse, wie aus nachstehenger Übersicht für die *besten* Landkreise hervorgeht.

Von dem Ackerland der der Landbank angeschlossenen Güter entfallen auf den

	guten Boden %	mittleren Boden %	schlechten Boden %
Kreis *Kutno*	**53**	**44**	**3**
„ Wloclawek	38	56	6
„ Nieszawa	37	54	9
„ Kalisch	47	43	10
„ Kolo	45	43	12
„ *Grostynin*	**38**	**45**	**17**

[1]) Wenn vom Kreis Kutno-Gostynin die Rede ist, so ist der gemeinsame Verwaltungsbezirk gemeint. Sonst sind Kutno und Gostynin zwei selbständige Kreise. Gostynin zeigt in seinem grössten Teil einen gänzlich anderen Charakter. Er bildet mehr das Hinterland zu dem reichen Kreis Kutno. Der Schwerpunkt unserer Tätigkeit lag deshalb auch in Kutno.

[2]) Statistische Nachrichten über die der Landkreditbank angeschlossenen Güter nach dem Stande vom 1. 1. 1894. Warschau 1894 (poln.).

Der Kreis Gostynin säumt das linke Ufer der Weichsel mit einem breiten Gürtel prachtvollen Waldbestandes ein, der zum grössten Teil dem Staate, zu einem andern dem Majorate Lonck und der Herrschaft Duninow und zu einem kleinen Teil den Städten Gombin und Gostynin gehört. Der südliche Teil des Kreises ist ganz unbewaldet und im Gegensatz zu dem bewaldeten Hügelland der Weichsel eben, von grosser Fruchtbarkeit und rechnet mit zum „Kutnoer Land“.

Im Kreise Kutno sind vorhanden im ganzen 90378 *ha*, davon sind

Gebäude, Gärten usw. . .	2814 *ha*	oder	3,1 %
Ackerland	71829 „	„	79,5 „
Wiesen	4388 „	„	4,9 „
Weiden	2213 „	„	2,4 „
Wälder	5948 „	„	6,6 „
Unland	3183 „	„	3,5 „

Von der Gesamtkreisfläche gehören

dem Grossgrundbesitz	a) Kronland	354 *ha*	oder	0,4 %
	b) Privatbesitz	58905 „	„	65,2 „
	c) sonsigen Besitzern . .	995 „	„	1,0 „
dem Kleinbesitz	a) Bauern	27106 „	„	30,0 „
	b) kleinen Schlachta . .	1150 „	„	1,3 „
	c) Fleckenbürgern . . .	1868 „	„	2,1 „

Im Kreise *Gostynin* sind vorhanden im ganzen 115903 *ha*, davon sind

Gebäude, Gärten usw. . .	3474 *ha*	oder	3,0 %
Ackerland	72518 „	„	62,6 „
Wiesen	6523 „	„	5,6 „
Weiden	4059 „	„	3,5 „
Wälder	24538 „	„	21,3 „
Unland	4691 „	„	4,0 „

Von der Gesamtkreisfläche gehören

dem Grossgrundbesitz	a) Kronland	6403 *ha*	oder	5,5 %
	b) Privatbesitz	47208 „	„	40,7 „
	c) sonstigen Besitzern . .	7638 „	„	6,5 „
dem Kleinbesitz	a) Bauern	52210 „	„	45,1 „
	b) kleiner Schlachta. . .	1800 „	„	1,7 „
	c) Fleckenbürgern . . .	544 „	„	0,5 „

Kutno hat mit 65,2 % *weitaus den meisten Grossgrundbesitz in Polen.* Über 50 % haben nur noch die Kreise Wloclawek, Zamosc im Gouvernement Lublin, Lipno, Plock und Rypin im Gouvernement Plock. Gostynin steht mit 40,7 % an 36. Stelle, nimmt also eine mittlere Stellung ein.

Die mittlere Grösse der Güter im Kreise Kutno mit 386,4 *ha* liegt unter, die mittlere Grösse der Güter des Kreises Gostynin mit 681,3 *ha* über der Durchschnittsgrösse der Güter im polnischen Staat, die 481,5 *ha* beträgt.

Während der Anteil des *Kronlandes* im Kutnoer Kreise mit 354 *ha* nur 0,4 % der Kreisfläche beträgt, erreicht er im Kreise Gostynin mit 6405 *ha* 5,5 %.

Von den im Kreise Kutno vorhandenen 42 Gütern sind 32 noch mit *Servituten* aller Art (meist Holzgerechtsamen und Weidegerechtigkeiten) belastet; von den 64 Gütern des Gostyniner Kreises weisen noch 13 Servitutenlasten auf.

Nennenswerter *Besitz der Kirche* ist in beiden Kreisen *nicht vorhanden*. Der Umfang der *Majoratsgüter* beträgt in Gostynin 2985 *ha*, in Kutno sogar nur 1313 *ha*.

Der *Kleingrundbesitz* verteilt sich folgendermassen nach

	Zahl der Stellen	Umfang in Hektar	Prozent der Kreisfläche
im Kreise Kutno			
auf den Bastschuhadel	88	1151	1,3
„ die Bauern	5577	27106	30,0
„ „ Fleckenbürger	397	1868	2,1
im Kreise Gostynin			
auf den Bastschuhadel	140	1834	1,7
„ die Bauern	7853	52270	45,1
„ „ Fleckenbürger	166	547	0,5

Die *kleine Schlachta*, die dicht gedrängt in der Nordostecke Polens sitzt, spielt in den Kreisen des inneren Weichselbogens im westlichen Polen keinerlei Rolle. In den meisten Kreisen sind sie garnicht vorhanden. Im Kreise Grojec besitzen sie 0,3 %, in Blonie 0,8 %, in Kutno dagegen 1,3 % und in Gostynin sogar 1,7 % der Kreisfläche.

Mit der Anzahl seiner *Fleckenbürger* nimmt Kutno eine mittlere Stellung ein, dagegen ist der Prozentsatz, welcher von der Kreisfläche sich in den Händen von Fleckenbürgern befindet, auffallend niedrig. Nur in sechs Kreisen besitzen die Fleckenbürger noch weniger Land als in Gostynin. In den Kreisen Skierniewice, Sokolaw und Wladylawow befindet sich überhaupt kein Land im Besitz dieser Kategorie.

Sowohl im Kreise Kutno als im Gostyniner Kreise herrschen unter dem Kleingrundbesitz die *kleinbäuerlichen Stellen* vor. Sie verteilen sich im Vergleich mit den Nachbarkreisen folgendermassen auf die einzelnen Grössenklassen:

Kreis	bis $1^1/_2$ *ha*	%	$1^1/_2$—$4^1/_2$ *ha*	%	$4^1/_2$—$7^1/_2$ *ha*	%	$7^1/_2$—15 *ha*	%	über 15 *ha*	%	insgesamt
Nieszawa	1913	22,8	2834	33,7	1681	20,0	1152	13,7	818	9,7	8398
Wloclawek	1853	27,3	2193	32,3	1037	15,3	981	14,4	713	10,5	6787
Kutno	1572	25,9	2371	39,1	1154	19,0	804	13,2	161	2,6	6062
Gostynin	1148	14,7	2750	33,7	2198	26,9	1707	20,9	356	4,4	8159
Lowicz	564	5,4	2521	24,1	3809	36,4	3381	32,3	176	1,6	10453
Kolo	2179	20,6	1330	22,6	1364	23,2	2523	42,9	388	6,6	5874
Lenczyza	2000	22,7	4248	38,8	2289	20,9	1654	14,1	582	5,3	10952

Während in den meisten westlichen Kreisen durchweg etwa ein Viertel der vorhandenen Kleinbetriebe auf die beiden grössten Klassen entfallen (in Gostynin 25,3 %), bleiben sie in einigen Kreisen unter 20 %. Der überwiegend aus Grossgrundbesitz bestehende Kreis Kutno hat nur 15,8 % (965 von 6062). Dagegen ist der Parzellenbesitz in ihm mit 39,1 % und der Zwergbetrieb mit 25,9 % vertreten. Die kleinen Stellen bis zu $4^1/_2$ *ha* Grösse machen also 65 % von der Kreisfläche aus, in Gostynin nur 48 %.

Überhaupt ist die Besitzverteilung des Kleingrundbesitzes im Kreise Gostynin günstiger als in Kutno, denn die Stellen im Umfange von $4^1/_2$ bis $7^1/_2$ *ha* können schon als lebensfähig angesehen werden und sind nicht mehr auf Nebenerwerb angewiesen. Diese Kategorie macht aber in Costynin schon 26,9 % der Gesamtfläche aus.

Dass die grösseren Besitzklassen im Kreise Gostynin so verhältnismässig stark vertreten sind, liegt vermutlich an den zahlreichen deutschen Kolonistendörfern an der Weichsel, bei deren Bewohnern Teilungen der Grundstücke durch Erbgang viel weniger üblich sind als bei den Polen.

b) Bevölkerungsdichte und Bevölkerungsverteilung.

Die im inneren Weichselbogen gelegenen Westkreise Polens gehören zu dem am dichtesten bevölkerten des Reiches. Weniger als 100 Köpfe auf den Quadratkilometer hatten 1909 nur die Kreise Wielun, Turek, Nieszawa und *Gostynin* (76,9). Dagegen kamen in Kutno 112 Einwohner auf den Quadratkilometer. Dabei ist die Bevölkerungsdichte nicht auf das Konto volksreicher Städte zu setzen, denn neben der Kreisstadt mit 14000 Einwohnern sind von grösseren Flecken nur vorhanden Zychlin mit 5000, Dombrowice mit 3000 und Krosniewice mit 2000 Seelen.

Auf die Städte und Flecken entfallen nämlich nur 24 %, in Gostynin sogar nur 17 %. *Es ist also die dichte Besiedelung auf die landwirtschaftliche Bevölkerung zurückzuführen*, die überall in den westlichen Kreisen, besonders auch in dem Kreise Kutno, überwiegt.

Auf die einzelnen Stellen entfallen bei dem geringen Umfang der Besitzungen infolgedessen verhältnismässig viel Köpfe, was folgende Übersicht verdeutlicht.[1]

	Durchschnittsgrösse der Stelle in Hektar	Auf die Stellen kommen Köpfe
Kutno	5,02	13,7
Gostynin	6,77	9,2
Wloclawek	7,43	12,9
Lowicz	8,30	8,7

Der verhältnismässig kleine Umfang der Stellen ist also der Hauptgrund für die dichte Besiedelung. Dazu kommt, dass fast 80 % der Kreisfläche dem Ackerbau vorbehalten sind, und die vorzügliche Qualität des Bodens frühzeitig zur Einführung des Rübenbaus Veranlassung gegeben

[1]) Nach ZECHLIN, S. 78.

hat. Dieser aber erfordert weit mehr Arbeitskräfte als der Getreide- und Futterbau und zwingt zur dauernden Beschäftigung eines grösseren Arbeiterstammes.

Dann aber unterhalten die Zuckerfabriken das Personal, welches für die eigentliche Rübenkampagne gebraucht wird, das ganze Jahr, so dass selbst eine so verhältnismässig kleine Fabrik wie Konstancya bei Kutno über 800 Köpfen jährlich aus eigenen Mitteln Unterhalt gewähren muss.

Bei der Unentwickeltheit des Maschinenwesens und dem Fehlen von Maschinenbau- und Reparaturanstalten sind die Fabriken gezwungen, sehr viel gelernte Arbeiter in ihren eigenen technischen Betrieben, wie Schlossereien, Stellmachereien, Schmieden, Giessereien u. a. m. zu beschäftigen. Die ungelernten Arbeiter werden zum Teil in eigener Landwirtschaft verwendet, zum Teil bei Wiederherstellungsarbeiten, Ausbesserungen, Um- und Neubauten als Handlanger benutzt und nur zum allerkleinsten Teil entlassen.

Jede in der Fabrik beschäftigte Familie hat ein Stück Land von etwa $^1/_2$ *ha* Grösse und meist eine Kuh frei im Futter neben freier Wohnung, Heizung und Beleuchtung. Wir glauben nicht zu weit fehl zu greifen, wenn wir annehmen, dass 8—10000 als Angehörige auf die in den Zuckerfabriken des Kreises Kutno beschäftigten Personen entfallen. Das sind aber 10—14 $^0/_0$ der Gesamtbevölkerung!

Im Jahre 1909 setzte sich die Bevölkerung wie folgt zusammen:

	Kreis Kutno	Davon waren				Kreis Gostynin	Davon waren			
		Juden	$^0/_0$	Protestanten	$^0/_0$		Juden	$^0/_0$	Protestanten	$^0/_0$
In den Städten . .	14 407	9 083	63,0	312	2,2	12 900	6119	47,4	1 434	11,1
„ „ Flecken . .	10 108	4 567	45,2	328	3,2	1 866	567	30,4	103	5,5
Auf dem Lande .	77 443	359	0.5	1902	2.5	73 639	682	0.9	12 191	16,6
zusammen:	101 958	14 009	13,7	2542	2,5	88 405	7368	8,4	13 728	15,5

Der Kreis Kutno und mehr noch der Kreis Gostynin gehören mit zu demjenigen Teil Polens, der verhältnismässig am wenigsten Juden enthält. Kutno selbst fällt mit seinen 13,7 $^0/_0$ freilich etwas aus diesem Rahmen heraus. Das ist jedoch ohne weiteres daraus erklärlich, dass Kutno als Kreuzungspunkt vieler alter Handelsstrassen, als Mittelpunkt des reichen Kutnoer Landes und Sammelplatz der Erzeugnisse der Spiritus- und Zuckerindustrie naturgemäss eine grosse Anziehungskraft auf die Handelswelt, die sich früher noch mehr als jetzt in Polen ganz mit der Judenschaft deckt, ausüben musste.

Es weisen denn auch in ganz Polen nur 11 Städte einen noch grösseren Prozentsatz an Juden auf als die Stadt Kutno mit ihren 63 $^0/_0$.

Die Stadt Gostynin bleibt dagegen mit 47,4 $^0/_0$ jüdischer Bevölkerung unter dem Durchschnitt der Städte des Landes.

Wie überall drängt sie sich auch in den Kreisen Kutno und Gostynin dicht zusammen in den Flecken, in welchen namentlich der ärmere Teil der Judenschaft in den elendesten Holzbuden unter oft direkt menschenunwürdigen Bedingungen haust.

Das *Land* ist fast *rein von Juden*, wie übrigens im ganzen polnischen Reiche, da ihnen das Wohnen auf dem Lande untersagt war. Indessen scheint diese Bestimmung in den letzten Jahren nicht mehr ganz so streng, wenigstens nicht so genau wie im eigentlichen Russland, befolgt worden zu sein. Vielleicht hat auch hierbei der Rubel eine erhebliche Rolle gespielt.

Das *Deutschtum* ist im Kreise Kutno nur schwach vertreten. Deutsche wohnen im wesentlichen nur in den beiden Kolonistendörfern Mariapol und Augustopol bei dem Flecken Dombrowice. Dombrowice (Eichendorf) selbst soll vor 30 Jahren noch fast rein deutsch gewesen sein. Es ist im Laufe der Jahre polonisiert worden. Diese Erscheinung ist eigenartig und findet sonst kaum ein Analogon, da die Deutschen dort, wo sie mehr als 5 % in der Gemeinde ausmachen, nach dem eigenen Geständnis der Polen[1]) der Polonisierung erfolgreich wiederstehen.

Der Kreis Gostynin weist dagegen 15,5 % Protestanten auf. 12191 oder 81,5 % leben von den vorhandenen 13728 auf dem Lande, und zwar fast ausnahmslos in geschlossenen Kolonistendörfern auf dem welligen Hügelland der Weichsel und tief unten in der Ebene des Stromes. Der Markt für den östlichen Kreisteil ist die kleine Stadt Gombin mit 6143 Einwohnern, für den westlichen Teil die Kreisstadt Gostynin mit 6757 Einwohnern. Beide Städte zeigen einen stark deutschen Einschlag. Deutschstämmig sind namentlich in ihnen die Handwerker. Die grössten Siedelungen sind Grabia, Wymyslow und Troszyn. Die Kolonisten gehören verschiedenen Sekten an, unter denen Baptisten, Mennoniten und Adventisten am häufigsten vertreten sind. Sie sind gute Pferdezüchter und beschäftigen sich intensiv mit dem Obstbau. Stundenlang kann man im Frühjahr an der Weichsel entlang durch blühende Gärten fahren, aus denen nur hier und da die sauberen Holzhäuser der Kolonisten hervorlugen.

Der Gang, den die Kolonisation die Weichsel aufwärts genommen hat, lässt sich an den deutschen Siedelungen deutlich verfolgen.

Nur ein einziges Dorf liegt abseits dieses Siedelungsstreifens. Es ist dies das eine Meile südwärts Gombin in fruchtbarer Ebene gelegene, von der Brüdergemeinde gegründete Dorf Lwowek, das seine ursprünglich schwäbischen Bewohner selbst Leonberg nennen.

Ich habe viele ältere Leute hier und in anderen Dörfern getroffen, die kein Wort polnisch sprachen, obwohl ihr Dorf in rein polnischer Umgebung lag.

---

[1]) H. Wiercienski, „Protestanten und Deutsche im Königreich Polen". Ekonomiste VIII. tom. II, S. 8.

C. Kriegswirtschaftsorganisation im Landkreise Kutno-Gostynin des Generalgouvernements Warschau.

Vorwort.

Die Volkswirtschaft Polens steht auf einer verhältnismässig niedrigen Stufe der Entwicklung. Der Mangel an ausgebauten Verkehrswegen und das Fehlen der Industrie bedingt einen schwachen „Güteraustausch". Dieser umfasst deshalb in der Hauptsache nur Lebensmittel und Waren des täglichen Bedarfs und erfolgt auf „offenem Markt". Zwischen- und Grosshandel ist schwach entwickelt, vorherrschend ist direkter Waarenaustausch. Die kriegswirtschaftlichen Massnahmen mussten sich diesesen primitiven Zuständen der Volkswirtschaft anpassen. Sie würden unter entwickelten wirtschaftlichen Verhältnissen vielleicht nicht am Platz gewesen sein oder ihren Zweck nur unvollkommen erfüllt haben.

Sie sind ohne Anlehnung an Beispiele geschaffen, da Beziehungen zur heimischen Volkswirtschaft nicht bestanden und die in der Heimat erlassenen Verordnungen und Modalitäten der Bedarfsdeckung und Verteilung unbekannt waren. Alle Massnahmen sind „aus der Stunde geboren", einige sind der heimischen vorausgeeilt. Sie sind sämtlich unter dem Gesichtswinkel der geschilderten Verhältnisse zu betrachten und zu werten.

Text und Anlagen haben auf Wunsch des Herausgebers der hohen Kosten wegen wesentliche Kürzungen erfahren. Doch habe ich mich bemüht, den Text so zu gestalten, dass die Arbeit immerhin noch als „kriegsgeschichtliches Dokument" gelten kann.

I. Die Tätigkeit der Etappeninspektion IX.

An der Rawka erkrankt, wurde ich nach Genesung im Januar 1915 der Etappeninspektion IX, die damals noch ihren Sitz in Gnesen hatte, als g. v. Wirtschaftsoffizier überwiesen. Auf meinen Wunsch wurde mir der Assistent für Wirtschaftslehre des Landbaues in Breslau, Dr. v. ESDEN-TEMPSKI, welcher der polnischen Sprache mächtig war, als Dolmetscher und zur Unterstützung beigegeben. Den Wirtschaftsausschuss leitete damals Rittmeister BORCHERT, vormals landwirtschaftlicher Sachverstäneiger bei der preussischen Gesandtschaft in Petersburg.

Mit mir waren in den Wirtschaftsausschuss berufen worden Professor Dr. PAROW-Berlin und Oberingenieur SAUBER-Ürdingen. Ersterer sollte die wirtschaftliche Möglichkeit zur Anlage von Trocknungsanlagen prüfen, letzterer deren technische Durchführbarkeit untersuchen und womöglich an Ort nnd Stelle den Einbau solcher Trocknungsanlagen bei vorhandenen industriellen Etablissements oder im Anschluss an technische Nebenbetriebe (Brennereien, Zuckerfabriken) der Landwirtschaft veranlassen und überwachen.

Es sei gleich vorweg bemerkt, dass beiden Herren ihre Mission nicht lösen konnten aus Gründen, die ausserhalb des Rahmes dieser Betrachtungen liegen.

Mir selbst fiel die Aufgabe zu, möglichst schnell die für die heimische Land-, Volks- und Kriegswirtschaft fassbaren Vorräte an Nahrungs- und Futtermitteln und Rohstoffen zu ermitteln, die von den einzelnen Etappen- und Ortskommandanturen gemachten Angaben nachzuprüfen, den Abtransport in die Wege zu leiten und gegebenenfalls auch die Verarbeitung von Kartoffeln und Zuckerrüben möglichst zu Trockengut zu veranlassen und zu kontrollieren.

Ich erhielt ein eigenes Auto zugewiesen und nahm meinen Sitz in der Kreisstadt Kutno. Die Wahl fiel gerade auf diese Stadt, weil sie mir für meine Zwecke als Mittelpunkt der uralten Handelsstrassen Posen—Stralkowo—Kolo—Lowitsch—Warschau einerseits und Thorn—Wloclawek—Kutno—Lenczyca—Lodz—Petrikau andererseits besonders günstig gelegen schien und mir ausserdem bekannt war, dass der Kreis Kutno zum fruchtbarsten Landstrich des westlichen Polens gehörte und allein 11 Zuckerfabriken, 8 Kartoffelbranntweinbrennereien und 3 Zichoriendarren besass.

Leider ergaben sich schon bei der Aufnahme meiner Tätigkeit Kompetenzkonflikte zwischen den der Inspektion IX unterstellten Kommandanturen und den Kreisämtern, den Organen der „Zivilverwaltung für Polen links der Weichsel“, die am 21. Januar 1915 für eine beschränkte Anzahl von Kreisen eingerichtet worden war.

Militär- wie Zivilverwaltung waren dem Oberbefehlshaber Ost, Hindenburg, unterstellt. An der Spitze der Militärverwaltung stand der Etappeninspektor der IX. Armee, Chef der Zivilverwaltung war VON BRANDENSTEIN, dem Landrat VON KRIES als Vertreter beigegeben war.

Oberost hatte den Anbau von Zuckerrüben verboten. Das war den Kreisämtern durch Zirkulardepesche vom Verwaltungschef mitgeteilt und gleichzeitig die Verarbeitung der Rüben im besetzten Gebiet untersagt worden. Alle Rüben sollten restlos der heimischen Landwirtschaft zugeführt werden.

Der Militärverwaltung war von diesem Verbot von Oberost nichts bekannt. Mein Bestreben war daher darauf gerichtet, möglichst alle vorhandenen Zuckerfabriken in Gang zu bringen, um zu retten, was noch zu retten war. Nur ein wirklich kindliches Gemüt konnte ernstlich die Forderung stellen, die allein im Kreise Kutno-Gostynin vorhandenen Rübenvorräte von 165000 *t* nach Deutschland zu verladen. (Leider hat sich nicht fesstellen lassen, von wem das oben erwähnte Telegramm veranlasst worden ist.)

Zur Verladung der Rüben standen nur die Stationen Krosniewice, Kutno und Pniewo zur Verfügung. Auf ihnen hätten täglich 100—150 Waggons verladen werden müssen, wenn man die Rüben bis zum 15. März aus dem Lande heraus haben wollte. Das war aber sowohl eine wirtschaftliche wie technische Unmöglichkeit, weil die Wege durch den fort-

währenden Kolonnenverkehr grundlos, die Anspannung auf den grösseren Gütern auf die Hälfte und darunter infolge der andauernden Requisitionen gesunken war und Waggons nur alle drei bis vier Tage in ganz unzureichender Menge gestellt wurden. Dazu kam, dass schon anfangs Februar der Aufmarsch zur Winterschlacht in Masuren von Kalisch über Lodz—Lowicz—Kutno—Wloclawek—Thorn vor sich ging, Tag und Nacht drei Wochen lang in halbstündigen Intervallen die Züge nach Norden rollten und die Strecke also für jeden Güter- und Privatpersonenverkehr sperrten!

Der damalige Leiter des Kreisamtes in Kutno, Geheimer Regierungsrat und Landrat von Mallinkrodt, hatte jedoch glücklicherweise grosses Verständnis für wirtschaftliche Möglichkeiten und Notwendigkeiten, verschloss sich meinen ihm vorgetragenen Gründen nicht und willigte entgegen den ausdrücklichen Weisungen seiner vorgesetzten Behörde in die Betriebsetzung der Zuckerfabriken und einiger Brennereien, um Zuckerrüben durch Verbrennen zu Alkohol vor dem Verderben zu bewahren.

Nebenher wurde der Abtransport von Zuckerrüben auf einer militärischen Kleinbahn organisiert, die bei der Novemberoffensive 1914 von Montwy von der posenschen Grenze aus über Izbica—Krosniewice—Lenczyza bis nach Strykow von unseren Truppen gebaut worden war und dort die Bahnstrecke Skalmierzyce—Lodz—Warschau erreichte.

Die Zuckerfabrik Gnesen hatte sich bereit erklärt, das ganze überflüssige Rübenquantum aufzunehmen, hatte mit den einzelnen Zuckerfabriken und Gutsbesitzern Privatlieferungsverträge abgeschlossen und etwa 1,60 M. je 50 *kg* reiner Rüben bewilligt, womit die Besitzer zufrieden waren.

Es war aber erst nach langwierigen Verhandlungen mit den Produzenten nnd den an der Ostgrenze in Deutschland gelegenen Zuckerfabriken, von denen Gnesen die kulantesten Abnahmebedingungen gestellt hatte, gelungen, eine Einigung zu erzielen.

Um die Gespannkräfte zu schonen und möglichst viel Rüben der heimischen Industrie zuzuführen, liess auf meine Bitte Hauptmann Eckert, Chef der Betriebsabteilung III der Eisenbahnkompagnie Nr. 6 in Krosniewice, die vorhandene, etwa 20 *km* lange Rübenbahn der Zuckerfabrik Ostrowy auf die Spurweite 60 *cm* der Militärbahn umnageln und stellte bereitwilligst seinen gesamten Wagenpark für die Abfuhr zur Verfügung.

So war alles aufs beste vorbereitet und in der kurzen Zeit von drei Wochen die Rübenverwertung durch Verarbeitung an Ort und Stelle und Abtransport in die Heimat organisiert. Ermöglicht wurde es nur dadurch, dass mir ein Auto zur Verfügung stand, so dass ich jederzeit, wenn irgendwo Stockungen sich zeigten, oder personelle Schwierigkeiten zu beseitigen waren, persönlich eingreifen konnte.

Da kam plötzlich von der Etappeninspektion IX der Befehl, dass ich mich um den Rübenabtransport nicht mehr zu bekümmern habe, er sei in die Hände der „Wareneinfuhr" G. m. b. H.-Posen gelegt worden.

Die Gesellschaft „Wareneinfuhr" setzte sich aus westpreussischen und posenschen Kreisen zusammen, wählte zu ihrem Vorsitzenden den

Präsidenten der Ansiedlungskommission, Geheimrat Ganse, und erhielt von der Zivilverwaltung für Polen das *alleinige Recht der Warenausfuhr aus dem besetzten Gebiet* zugebilligt — aus Gründen, die niemand verstehen konnte.

Es muss vielmehr mit aller Schärfe betont werden, dass die Verleihung des Ausfuhrmonopols an diese unglückselige Gesellschaft der erste schwere Missgriff war, mit dem die Zivilverwaltung in Polen ihre Laufbahn begann.

Alle Missgriffe von Angestellten der Gesellschaft wurden der Verwaltung zur Last gelegt, alle Unregelmässigkeiten ihr zugeschoben, alle Differenzen mit ihrer Hilfe zu regeln gesucht.

Die Gesellschaft arbeitete viel mit einheimischen jüdischen Angestellten. Gegen diese aber hat der Pole eine durchaus berechtigte Abneigung und ein durch die Erfahrung begründetes Misstrauen. Er betrachtete die Wareneinfuhr daher als eine jüdische Erwerbsgesellschaft mit den Geschäftsgepflogenheiten der eigenen jüdischen Händlerkreise und musste zu dieser Auffassung kommen, als leider ganz grobe Verstösse gegen Treu und Glauben bei Lieferung und Abnahme nicht nur der Zuckerrüben, sondern auch beim Getreide und namentlich den Kartoffeln vorkamen. Als Beschwerden der Einwohner bei den lokalen Zivilbehörden nichts nutzten und in Streitfällen die Wareneinfuhr bei der Zentralinstanz Deckung suchte und fand, da identifizierte der Produzent Einfuhrgesellschaft und Verwaltung und übertrug sein Misstrauen auch auf diese.

Infolge des Überganges der Rübenabtransportorganisation an die Gesellschaft „Wareneinfuhr" war meine Tätigkeit in dem Rübenbaugebiet zunächst überflüssig geworden. Ich siedelte daher nach Lodz über und nahm in Gemeinschaft mit Hauptmann Freiherrn von Rotenhan, der seinen Sitz in Lowicz hatte, die wirtschaftliche Organisation des unmittelbar hinter der Kampffront gelegenen Etappengebietes in die Hand.

Mit Unterstützung der Etappenkommandanturen in Skierniewice, Brzeziny, Ujazd, Tomaschow u. a. O. und unter Zuhilfenahme der örtlichen Verwaltungsorgane, der Soltysse (Ortsvorsteher) und Wojts (Grossgemeindevorsteher, etwa den Distriktskommissaren in der Provinz Posen entsprechend) wurden sehr schnell die nötigen Erhebungen über Zug- und Nutzviehbestand, über den Anteil der Winterung an der landwirtschaftlich genutzten Fläche und den Umfang des Brachlandes angestellt.

Da zeigte es sich denn sehr bald, dass die vorhandenen Gespannkräfte für die ordnungsmässige Frühjahrsbestellung nicht annähernd ausreichten. Es mussten daher die Pferde von Fuhrpark- und Munitionskolonnen sowie von Polizeidienst versehenden Kavallerieregimentern für die Bearbeitung der Äcker in den evakuierten Dörfern herangezogen werden. Herrenlose Donationsgüter wurden in Eigenbewirtschaftung genommen, vorhandene Getreidevorräte ausgedroschen und, soweit sie im Überschuss vorhanden waren, mit den sonst erfassbaren Futter- und Düngemitteln an die „Vereinigung deutscher Landwirte" in die Heimat abgeschoben, nachdem „angemessene" Preise bewilligt worden waren.

Die Organisation war im besten Fluss, als auf Befehl des Oberbefehlshabers Ost der Wirtschaftsausschuss bei der Etappeninspektion IX aufgelöst und seine Offiziere der Zivilverwaltung zur Dienstleistung überwiesen wurden.

Auf besonderen Wunsch des Herrn Geheimrats MALLINCKRODT und mit meinem Einvernehmen wurde ich nach Kutno versetzt, um als landwirtschaftlicher Sachverständiger beim dortigen Kreisamt die wirtschaftliche Organisation im Heeres- und Landesinteresse in die Hand zu nehmen.

Die folgenden Darlegungen sollen der Schilderung dieser Tätigkeit, die vom 11. März 1915 bis 10. November 1916 dauerte, gewidmet sein.

II. Ausnutzung der Landesvorräte für die Armee, deutsche Landwirtschaft und Landesvolkswirtschaft.

Als ich am 11. März 1915 die Geschäfte beim Kreisamt in Kutno als landwirtschaftlicher Sachverständiger übernahm, war für die wirtschaftliche Organisation so gut wie nichts geschehen. Daraus ist niemandem ein Vorwurf zu machen, weil der ganze verwaltungstechnische Apparat aus dem Kreischef und zwei Bürobeamten bestand.

Allerdings hatten die Etappenkommandanturen zum Teil eine sehr rührige Tätigkeit entfaltet und mit Hilfe der Proviantämter in Kutno, Krosniewice und Pniewo sehr erhebliche Mengen von Brotgetreide, Gerste und Hafer in die Heimat abgeschoben.

Doch viel blieb noch zu tun übrig.

Wie lange wir im Lande bleiben würden, wussten wir nicht. Ganz allgemein wurde mit einer kurzen Dauer gerechnet und die kriegs- und volkswirtschaftlichen Massnahmen darauf zugeschnitten. Ich stand von vornherein dieser optimistischen Auffassung sehr skeptisch gegenüber und legte der geplanten Organisation eine Mindestdauer von einem Jahr zugrunde.

Ich muss es als einen besonders günstigen Umstand bezeichnen, dass meine Ansichten über die uns im besetzten Gebiet gestellten Aufgaben und die zu ihrer Durchführung einzuschlagenden Wege sich mit denen der verantworlichen Leiter der Kreisämter in Kutno und in Lenczyca in den Grundzügen deckten, dass meine Vorschläge für Ausnutzung der Landesvorräte und Hebung der landwirtschaftlichen Produktion wie für die Regelung des Verbrauchs der wichtigsten Lebensmittel nicht nur ihre Billigung und Anerkennung, sondern auch weitgehendste Förderung und Unterstütung fanden.

Alle Massnahmen, die im Laufe der Zeit zur Erreichung der skizzierten Ziele ergriffen wurden, spielten sich naturgemäss nicht in chronologischer Reihenfolge ab, sondern gingen im wesentlichen nebeneinander her und entsprangen zum Teil dem sich als am dringlichsten herausstellenden Bedürfnis, teils stellten sie Folgewirkungen von Willensäusserungen oder Anordnungen amtlicher Stellen dar.

Eine kritische Beleuchtung mancher Verordnungen wird sich nicht vermeiden lassen, die *eigene* Auffassung wird stets betont und in den Vordergrund geschoben werden, schon deswegen, weil die im ersten Abschnitt dieser „Kriegsstudie" niedergelegten Anschauungen unter voller Würdigung allgemein anerkannter volkswirtschaftlicher Grundgesetze zum grössten Teil aus den bei der Organisation der Kriegswirtschaft im Kreise Kutno-Gostynin erkannten Gesetzen, gesammelten Erfahrungen und vervollständigten volkswirtschaftlichen Erkenntnis „rekonstruiert" worden sind.

Die Chronologie der Ereignisse und Massnahmen lässt sich daher bei den nachfolgenden Darlegungen auch nicht innehalten, es müssen vielmehr an sich zusammengehörige Materien oft getrennt behandelt werden, um den spröden Stoff zu meistern und zu gliedern und dem Leser das Verständnis für die Mannigfaltigkeit der Aufgaben und die sich bei ihrer Durchführung ergebenden Schwierigkeiten vor Augen zu führen, vor welche der Organisator selbst einer so kleinen Kriegswirtschaft, wie sie immerhin in zwei ländlichen Kreisen gegeben ist, gestellt ist, und das Eindringen in manche Fragen, die sich beim Studium des einen oder anderen Kapitels ergeben, zu erleichtern.

1. Verwertung der Hackfrüchte.

Im vorigen Abschnitt ist bereits darauf hingewiesen worden, dass sich im Kreise Kutno-Gostynin grosse Vorräte an Zuckerrüben befanden, welche der Verwertung harrten. Es ist auch betont worden, dass die Gesellschaft „Wareneinfuhr" den Abtransport nach Deutschland übernommen hatte und die Fabriken gezwungen worden waren, den Betrieb aufzunehmen.

Das war nicht so ganz leicht gewesen.

Die Fabriken waren mit ihren „Plantatoren", wie man die Kontraktrübenbauern in Polen nennt, wegen Preisdifferenzen und Abnahmebedingungen in Zwist geraten. Die eine Partei lehnte die Lieferung ab, die andere wollte die Verarbeitung nur unter ganz bestimmten Kautelen übernehmen. So lag die grosse Gefahr vor, dass die gewaltigen Vorräte schliesslich verdarben.

Da musste also energisch eingegriffen werden.

Sämtlichen Grossgrundbesitzern, den Soltyssen und Wojts für ihre Ortschaften und Gemeinden, wurden Lieferungsbefehle, den Fabriken Befehle auf Verarbeitung der angelieferten Rüben in polnischer Sprache bei Androhung hoher Geld- und Freiheitsstrafen im Weigerungsfalle übermittelt oder persönlich überbracht.

Als die Anfuhr trotzdem aus Mangel an Anspannung und wegen schlechten Pferdematerials auf den grösseren Gütern zu wünschen übrig liess, wurden die infolge des Stellungskampfes vielfach brach liegenden Fuhrpark- und Munitions- wie Autokolonnen herangezogen. Freilich waren gewaltige Schwierigkeiten zu überwinden, bis das erreicht werden konnte. Die Kolonnenführer konnten vielfach aus eigener Machtvollkommenheit über die Verwendung ihrer Kolonnen nicht verfügen und den Abteilungs-

kommandeuren ging meist das Verständnis für wirtschaftliche Notwendigkeiten ab, so dass erst nach einem persönlichen Vortrag meinerseits beim Chef des Stabes der Etappeninspektion IX in Lodz die Anweisung zur Rübenabfuhr und jede andere Unterstützung in wirtschaftlichen Angelegenheiten an die zahlreich vorhandenen Kolonnen gegeben wurde.

Dadurch wurde es möglich, schliesslich alle im Kreise vorhandenen Zuckerfabriken bis auf Sanniki, die von der Kriegsrohstoffstelle des wenigen Kupfers wegen leider abmontiert worden worden war, bevor ich eingreifen konnte, in Betrieb zu setzen und sie mit einigen durch ungenügende Anfuhr verursachten Unterbrechungen bis Mitte April in Gang zu erhalten. Er wurde erst eingestellt, als sich in den Rüben allmählich so viel Invertzucker gebildet hatte, dass nicht mehr genügend Zucker beim Schleudern auskristallisierte, sondern nur noch Syrup erzeugt wurde.

Nebenher wurden die im Kreise vorhandenen Zichoriendarren für das Trocknen von grob geschnittenen Zuckerrüben hergerichtet und mehrere Brennereien zur Verarbeitung der Rüben auf Spiritus herangezogen.

Freilich hatte die Erlaubnis dazu erst nach hartem Kampf und, nachdem ein fait accompli geschaffen war, der Zentralstelle in Kalisch abgerungen werden können. Die Schwierigkeiten, welche sich beim Brennen der Zuckerrüben durch das Auftreten der gefürchteten Schaumgärung zunächst gezeigt hatten, wurden sehr bald beseitigt, als die vom Institut für Gärungsgewerbe in Berlin telegraphisch angeforderte Kultur-Reinhefe für Zuckerrüben eingetroffen und den Brennern ausgehändigt worden war.

Die Landwirte wurden angehalten Rüben an Rindvieh und Pferde zu verfüttern. Auch die Kolonnen machten ausgiebigen Gebrauch von der Rübenfütterung. Zur Rettung der Vorräte wurde weiterhin das Einsäuern empfohlen. Da dies Verfahren den polnischen Landwirten ganz unbekannt war, wurden leicht verständliche Anweisungen in polnischem und deutschem Text herausgegeben und auf einigen grösseren Gütern praktische Anweisungen an Ort und Stelle gegeben.

Die forzierte Rübenfütterung hatte jedoch zum Teil direkt schädlich auf den tierischen Organismus gewirkt. Zahn- und Darmerkrankungen waren an der Tagesordnung und bewirkten in vielen Fällen das Eingehen der Tiere. Manche grösseren Betriebe verloren bis zu 8 Stück Rindvieh, in anderen Wirtschaften ging der Milchertrag derart zurück, dass er erst nach Jahr und Tag die alte Höhe wieder erreichte. Ich vermute, dass die beobachteten Erscheinungen auf das gänzlich ungenügende Rauhfutter, an dem wegen der andauernden militärischen Requisitionen fühlbarer Mangel herrschte, in den Rationen zurückzuführen waren.

Natürlich wurden die Landwirte nun erst recht misstrauisch und lehnten dann bald versteckt oder offen auch die Verfütterung eingesäuerter Rüben aus Angst vor Verlusten ab, so dass schliesslich doch noch erhebliche Mengen für die Nahrungsmittelwirtschaft verloren gingen.

Immerhin war es durch die entgegen der ausdrücklichen Anordnung der Zentralstelle erfolgte Inbetriebsetzung der Zuckerfabriken gelungen, so

viel Zucker zu produzieren, dass er im Verein mit dem Ertrage aus der sehr schwachen Rübenernte des Jahres 1915 ausreichte, die heimische Bevölkerung bis zum 1. Dezember 1916 bei sparsamem Verbrauch und erfolgter Rationierung mit der notwendigsten Zuckermenge zu versehen.

Die *Vorräte an Kartoffeln* waren im Frühjahr 1915 noch *ziemlich bedeutend*. Sie wurden sehr bald zugunsten der Heimat beschlagnahmt und in nicht unbedeutenden Mengen nach Deutschland ausgeführt. Trotzdem blieben nicht nur für die Versorgung der einheimischen Bevölkerung ausreichende Quantitäten verfügbar, sondern es konnten auch an die grösseren Städte noch ganz bedeutende Posten abgegeben werden.

Besonders gross war der Kartoffelbedarf in Lodz, das mit seinen 500000 Einwohnern von seinem natürlichen Hinterland nach Petrikau zu durch die Kampflinie abgeschnitten und nun auf die Versorgung aus den umliegenden Kreisen angewiesen war. Bahnladungen waren aus militärischen Grunden verboten. So musste der ganze Lebensmittelbedarf für Lodz also per Achse herangeschafft werden. Der benachbarte Kreis Lenczyca war schon derart ausgepulvert worden, dass der Kreischef, um die eigene Bevölkerung nicht Not leiden zu lassen, ein Kartoffelausfuhrverbot erlassen hatte.

Daraus ergab sich, dass alle Kartoffeltransporte, welche seinen Kreis passierten, eine Herkunftsbezeichnung vorlegen mussten, die auf der Kontrollstation Lenczyca abgestempelt wurde. Zur Verminderung des Schreibwerks wurden daher besondere *Ausfuhrerlaubnisscheine* gedruckt, auf welchen nicht nur Name, Ort mit Kreis angegeben, sondern auch der einzuschlagende Weg genau vorgeschrieben wurde, um die Kontrolle zu erleichtern.

In Lodz herrschte grosses Elend unter der Bevölkerung. Die infolge Brachlegung der reichen Textilindustrie brotlos gewordene Bevölkerung strömte zu vielen Tausenden auf das Land, kaufte und bettelte ein Bündel Kartoffeln und sonstige Lebensmittel zusammen, um sie auf dem Rücken, auf Hand- und Schubkarren und per Achse auf Entfernungen bis zu 60 *km* und darüber in die Grossstadt zu führen und so notdürftig das eigene Leben und das der Angehörigen zu fristen oder Verdienst durch gewinnbringenden Zwischenhandel zu erzielen.

Die Kartoffeln, die im Einkauf im Kreise Kutno vielleicht 3—4 M. pro 50 *kg* zu stehen gekommen sein mögen, kosteten in Lodz 15 und 20 M. und darüber. Der Anreiz zum legalen und illegalen Handel war deshalb natürlich sehr gross. Namentlich die geschäftskundigen Juden waren eifrig am Werk und suchten ihren Vorteil, wo sie ihn nur finden konnten.

Dabei wurde die Ware während des Transportes nicht unwesentlich verteuert durch die vielen Abgaben, die an alle möglichen Instanzen bei Aus- und Durchfuhr entrichtet werden mussten. In die Einnahmen teilten sich Kreis, Ortskommandanturen und städtische Körperschaften und oft genug noch berufene und unberufene Privatpersonen, welche für Vermittlung, Erwirkung der Ausfuhrbewilligung und der Einfuhrgenehmigung sich eine mehr oder weniger hoch bemessene „Provision“ von den Ankäufern zahlen liessen.

Die Städte erhoben meist eine auf den Zentner oder die Fuhre berechnete Durchfuhrgenehmigung in Form eines sog. „Pflastergeldes“. Wenn es sich auch nur um 10—20 Pf. pro Zentner handelte, so wurden die Kartoffeln durch diese mittelalterlichen Akzisen manchmal bis zu zwei Mark auf den Zentner verteuert, da jede einzelne Stadt, welche ein Kartoffeltransport passierte, eine derartige Abgabe erhob.

Auf wertvollere Waren, wie Mehl, Zucker, Hülsenfrüchte u. dergl. wurde ein noch weit höherer „Durchfuhrzoll“ von den einzelnen Städten erhoben. Die Gebühr betrug in solchen Fällen oft 2 M. pro 50 *kg*.

Die Städte waren zur Erhebung derartiger Abgaben gezwungen, da ihnen sonstige Einnahmequellen verschlossen waren, die Steuerkraft der Bevölkerung durch die Kriegsereignisse sehr gelitten hatte und die zu damaliger Zeit meist sehr starke Einquartierung mit ihrer Anforderung an Hand- und Spanndienste, Naturalleistungen, Beschaffung und Instandhaltung von Quartieren, Herrichtung von Lazaretten, Absonderungs- und Isolierhäuser und Erbauung von Entlausungsanstalten der Stadtverwaltung so hohe Kosten auferlegte, dass das wohl zu verstehende Bestreben allenthalben hervortrat, einen Teil dieser Kosten auf die Schultern derjenigen Mitbürger und Einwohner abzuwälzen, denen durch den Handel Gelegenheit zu verhältnismässig hohem und leichtem Verdienst gegeben war.

Dass durch derartige Zwangsabgaben aber die Preise für die notwendigsten Lebensmittel in Lodz mit seinen Vororten, in denen hauptsächlich eine arme und Not leidende Arbeiterbevölkerung sass, ins Ungemessene gesteigert wurden und eine märchenhafte Höhe annahmen, rührte die auf ihren eigenen Geldbeutel bedachten Gewaltigen der Kleinstädte sehr wenig.

Es darf auch nicht wundernehmen, dass die Fuhrleute, die aus schlauen Juden und gewitzigten Kleinbauern bestanden, ihre Forderungen mit der Zeit und zunehmender Knappheit immer höher schraubten und zuletzt einen Fuhrlohn forderten, welcher dem Wert der Pferde annähernd entsprach. Das kam einmal daher, dass sie die Notlage der Bevölkerung rücksichtslos für ihren Vorteil ausnutzten, war dann aber auch darauf zurückzuführen, dass ihnen oftmals unterwegs von Kolonnen Pferde requiriert oder einfach gegen recht minderwertige Exemplare zwangsweise umgetauscht wurden. So nahmen sie in exorbitant hohen Fuhrlöhnen eine Rückversicherung gegen derartige unvorhergesehene Fälle, so dass sie immer noch mit einem blauen Auge davon kamen, falls ihnen mal die Pferde abgenommen wurden. Fuhrlöhne von 300—400 M. für einen Wagen mit Mehl oder Zucker von 30 Ztr. von Kutno bis Lodz gehörten deshalb damals schon keineswegs zu den Seltenheiten!

2. Ausnutzung der Getreidevorräte.

Wie in Deutschland war auch in Polen die Getreideernte im Jahre 1914 ausnehmend reichlich ausgefallen. Davon legten beredtes Zeugnis ab die unzähligen ungedroschenen Strohmieten und gefüllten Scheunen,

die wir bei unserem Vormarsch auf dem linken Weichselufer im November 1914 überall angetroffen hatten.

Leider ging von diesen ungeheuren Vorräten während unseres Vormarsches und auch in den ersten Tagen des Stellungskampfes an der Bzura und Rawka ein grosser Teil dadurch verloren, dass unausgedroschenes Getreide zur Einstreu für die Pferde, als Unterlage für die Lagerstätten der Mannschaften und zum Auspolstern der Schützengräben und Unterstände benutzt wurde. Vielfach standen die Pferde sogar auf frisch gedroschenem Getreide, das ungereinigt auf der Tenne lag.

Dass das geschehen konnte und schliesslich auch von den Offizieren geduldet werden musste, lag in den Verhältnissen. Zuweilen war sämtliches Stroh verbraucht, wenn die Truppen um Mitternacht in die Quartiere kamen oder die Bansen in den Scheunen waren durch schlafende Mannschaften belegt, die, totmüde von anstrengenden Märschen oder nach aufregendem Gefecht, wie die Toten schliefen und nicht geneigt waren, von ihrem Lager noch Stroh abzugeben. So musste man die Soldateska blutenden Herzens gewähren lassen.

Als der flotte Bewegungskrieg in den ermüdenden Stellungskampf ausebbte, hörte die Willkür und die sinnlose Vernichtung unentbehrlicher Nahrungsmittel sehr schnell auf. Die Etappenkommandanturen veranlassten den Ausdrusch und die einzelnen Feldproviantämter das Ausmahlen des Getreides an Ort und Stelle.

So waren im Frühjahr 1915 die grossen Dampfmühlen von SCHLEJFER und BLUMSTEIN in Kutno, WOJDESLAWSKI in Zychlin, KLIENER in Deutsch-Wymysl und ROMETSCH in Lwow (Lemberg) ausschliesslich für die Heeresverwaltung beschäftigt und mahlten täglich etwa 2500 *dz* Getreide.

Von der Grösse der 1914er Ernte im Kreise Kutno-Gostynin kann man sich einen Begriff machen, wenn man bedenkt, dass allein von den beiden Etappenkommandanturen in Kutno und Gostynin rund 50000 *dz* Gerste ausgeführt worden sind. Hinzuzurechnen ist noch, was direkt durch die Proviantämter in Krosniewice, Pniewo und Kutno aufgekauft und von den Truppen verbraucht oder in die Heimat geschickt sein mag.

Ich glaube nicht zu weit fehl zu greifen, wenn ich die den kämpfenden Truppen, dem Besatzungsheer und der Heimat aus dem Kreise Kutno-Gostynin überwiesenen Mengen auf 200000 *dz* Brotgetreide, 90000 *dz* Gerste, 75000 *dz* Hafer und 2500 *dz* Erbsen veranschlage.

Infolge des aus allen Kreisen des damaligen deutschen Okkupationsgebietes vorgenommenen Exportes und Verbrauches für die Bedürfnisse des Heeres machte sich aber sehr bald ein derartiger Mangel an Brotgetreide in der Grossstadt Lodz und im Bendziner Industriegebiet fühlbar, dass für bestimmte, an das Etappengebiet angrenzende Kreise die Ausfuhr nach Deutschland verboten und die wirtschaftliche Organisation ganz in die Hände der Zivilverwaltung gelegt wurde. Diese sollte dann das erfasste Getreide der Etappeninspektion IX in Lodz für Heereszwecke zur Verfügung stellen.

Lodz selbst sollte vom 1. Mai 1915 ab aus den Beständen der Gesellschaft „Wareneinfuhr“ versorgt werden, die aus dem besetzten Gebiet stammten und auf Grossmühlen in der Provinz Posen vermahlen waren.

Bevor dies Abkommen aber in Wirksamkeit trat, sollte Lodz berechtigt sein, seinen dringlichsten Bedarf aus den westlich gelegenen Nachbarkreisen zu decken. Dies konnte, da das rollende Material für Heereszwecke dringend gebraucht wurde, nur auf dem Landwege durch Anfuhr mit Gespannen geschehen.

Ähnlich wie beim Kartoffelgeschäft stürtzte sich jetzt der brachliegende Handel auf den durch seine Fruchtbarkeit ausgezeichneten und als solchen bekannten Kreis Kutno. Selbst die ärmsten Judenfamilien kratzten alle ihre Ersparnisse zusammen, um einige wenige Säcke Mehl zu erstehen und zu hohen Preisen in Lods loszuschlagen.

Die Wagenladungen mit Brotkorn und Mehl, die täglich von Kutno aus ihren Landmarsch über Lenczyca-Ozorkow nach Zgierz und Lods antraten, gingen in die Hunderte. Rund 21000 *dz* Brotkorn wurden auf diese Weise allein von Kutno aus innerhalb von 14 Tagen der Grossstadt Lods zugeführt! Nimmt man die Ladefähigkeit der kleinen, leichten Bauernwagen, der sogen. „Panjewagen“, auf den damaligen schlechten Wegen und bei den kleinen, schwächlichen Pferden auf 7—10 *dz* sehr hoch an, so müssen etwa 150—200 solcher Gespanne täglich ihren Weg von Kutno aus nach Lods genommen haben. Nicht gering wird schliesslich auch die Zahl derjenigen Gespanne gewesen sein, welche ohne Ausfuhrgenehmigung auf Schleichwegen, um der Kontrolle durch die Posten zu entgehen und die vielen „Abgaben“ in den Städten zu vermeiden, ihren Weg um Lenczyca herum genommen haben.

3. Verwertung des Rauhfutters.

Ein eigenes Kapitel der Kriegswirtschaftsorganisation bildet die Heu- und Strohlieferung des Kreisverbandes Kutno-Gostynin.

Solange die Front der deutschen Heere längs der Bzura- und Rawka-Stellung verlief, deckte die kämpfende Truppe ihren Bedarf an Rauhfutter und Streustroh durch unmittelbaren Einkauf bei den Produzenten und Entnahme aus den Feldmagazinen und Proviantämtern.

Militärische Requirierungs- oder Fassungskommandos erstreckten bei knapper werdenden Vorräten ihre Streifzüge bis in den westlichen Teil des Kutnoer Kreises. Wegen hin und wieder vorgekommener Übergriffe durften die Requisitionen schliesslich nur unter Führung eines Offiziers erfolgen, der gehalten war, sich beim zuständigen Kreischef zu melden und sich die zum Einkauf frei gegebenen Ortschaften und Güter bezeichnen zu lassen.

Der willkürlichen Preisfestsetzung durch die einzelnen militärischen Kommandoführer war durch Festsetzung von Höchstpreisen ein Riegel vorgeschoben worden.

Damit waren auch die berechtigten Klagen der Landwirte über rücksichtsloses Vorgehen bei den Requisitionen, ungerechtfertigte Bevorzugung, Schonung des einen und Ausbeutung des anderen Produzenten mit einem Schlage aus der Welt geschafft.

Denn es lag in der Natur der Sache, dass abseits der fahrbaren Kunststrassen gelegene Dörfer und Gutshöfe von den Requisitionen mehr oder weniger verschont blieben, während andere Güter ihren ganzen Stroh- und Heuvorrat mehr oder weniger unter dem Zwange des militärischen Druckes hatten hergeben müssen und dadurch in eine schwere wirtschaftliche Notlage geraten waren.

Hier Wandel zu schaffen, Lasten und Opfer gleichmässig auf den produzierenden Teil der Berölkerung zu verteilen, übermässigen Vermögenseinbussen vorzubeugen und Bereicherung eines Teiles der Bevölkerung auf Kosten der Allgemeinheit zu vermeiden, musste eine der hervorragendsten Aufgaben sein, welche die deutsche Verwaltung zu lösen hatte.

Als daher nach Zurückdrängung der russischen Heere bis zu den Rokitnosümpfen die Armeeintendantur in Warschau die Belieferung der kämpfenden Truppen und der Etappenformationen mit Heu und Stroh in dem Gebiet des Generalgouvernements Warschau in die Hand nahm und die Kreiskommunalverbände vor die Frage gestellt wurden, ob sie die Lieferung in eigenen Betrieb nehmen oder den Aufkauf durch Kaufleute, welche durch die Armeeintendantur privilegiert und mit Ausweisen versehen waren, vornehmen lassen wollten, entschied sich der Kreis Kutno wohl als einziger des ganzen Verwaltungsbezirkes ohne Besinnen für Eigenlieferung.

Zu diesem Entschluss führten folgende Erwägungen:

Die bis dahin mit dem Einkauf von Stroh für die Etappenintendantur IX betraut gewesenen Aufkäufer der Strohfirmen Priwin und Toussaint hatten sich wiederholt Übergriffe gegen die Produzenten zu schulden kommen lassen, indem sie niedrigere Preise gezahlt hatten, als vereinbart worden war, oder grössere Lieferungen verlangt hatten, als ihnen zugesagt oder nach Lage der wirtschaftlichen Verhältnisse des Kontrahenten zu liefern möglich war.

Beide Parteien, Aufkäufer wie Produzenten kamen mit ihren Klagen und Beschwerden zum landwirtschaftlichen Sachverständigen, die einen, weil sie glaubten übervorteilt zu sein, die anderen, weil sie die vertraglich ausbedungenen Lieferungen unter allen Umständen erfüllt haben wollten.

Die einen schilderten in beweglichen Worten mit echt polnischem Redeschwall ihre wirtschaftliche Notlage und malten das Zukunftsbild der polnischen Landwirtschaft wegen Stroh- und Viehmangels und damit notwendig verbundener geringerer Düngerproduktion in den schwärzesten Farben, die anderen appellierten mit frommem Augenaufschlag an das patriotische Gefühl des landwirtschaftlichen Sachverständigen, der alle Weichheiten in der harten Kriegszeit beiseite lassen und den letzten Halm an Stroh und Heu dem Heere zur Verfügung stellen müsse.

Da war es oft nicht leicht, die aufgeregten Geister zu beruhigen und Recht und Unrecht von einander zu scheiden und das absolut Notwendige und militärisch Gebotene von dem wirtschaftlich Erreichbaren zu trennen, um beiden Parteien gerecht zu werden. Überdies steckten die privilegierten Aufkäufer ganz ungebührliche Gewinne ein.

Die früher von der Etappeninspektion IX im Einvernehmen mit dem Gesamtwirtschaftsausschuss festgesetzten Preise beliefen sich nämlich auf 2 M. für loses, 3,60 M. für Pressstroh, 4 M. für loses und 5,60 M. für Pressheu je Doppelzentner frei nächster Bahnstation.

Die Spannung zwischen losem und gepresstem Rauhfutter war, wie auf den ersten Blick ersichtlich ist, zu hoch bemessen. Wahrscheinlich war an massgebender Stelle angenommen worden, dass die *gesamten Presskosten zu Lasten der Aufkäufer* gehen sollten. Tatsächlich stellten die Strohfirmen jedoch nur Presse und Draht zur Verfügung, während die Besitzer die Kohlen zu liefern und die Bedienung zu stellen und zu bezahlen hatten.

Die Aufkäufer, welche für jeden Doppelzentner angelieferten Rauhfutters eine feste Provision bekamen, steckten also ausserdem noch einen Gewinn von 40 Pf. am Doppelzentner ein. Dieser *Gewinn* ging den Landwirten, diese *Ersparung* der Heeresverwaltung verloren.

Dazu kam, dass die beiden Monopolfirmen mit den einzelnen Landwirten Abschlüsse tätigten, welche diese fast niemals erfüllen konnten. Kam es doch vor, dass die Firma Toussaint von einem Besitzer 3000 *dz* Stroh gekauft hatte, obwohl nach der vorhandenen Anbaufläche an Getreide selbst bei einer Höchsternte nur die Hälfte geerntet sein konnte! Das kam meist daher, dass die Aufkäufer die abzugebende Menge abschätzten und den sich sträubenden Produzenten meist durch sanften Druck zum Unterzeichnen eines Schlussscheines zwangen.

In den wenigsten Fällen konnte daher die vereinbarte Lieferung erfüllt werden, und beide Parteien wandten sich beschwerdeführend an den landwirtschaftlichen Sachverständigen.

Die geschilderten Verhältnisse legten daher den Gedanken nahe, die Lieferungen selbst in die Hand zu nehmen, um eine gleiche und gerechte Behandlung der Bevölkerung zu gewährleisten, die wirtschaftlich Schwachen zu schonen, die Leistungsfähigen in schärferem Mafse heranzuziehen und den sonst Privatpersonen zufallenden Überverdienst der Allgemeinheit zuzuführen. Da die Strohvorräte von den Firmen schon aufgekauft waren, konnte nur das Heu in Eigenbewirtschaftung genommen werden.

Mir war aufgegeben worden, Vorschläge für die Preisbemessung nach Qualitäten zu machen und die aus dem Kreise Kutno zu erwartende Heumindestmenge anzugeben. Ein Blick auf die Karte zeigte, dass geschlossene Wiesenkomplexe nur in der Weichselniederung, im Tal der Bzura und Ochnia und der Przysowa vorhanden waren. Ihr Bestand wurde daher nach Qualität und Quantität eingehend untersucht und auf Grund der vorgenommenen Schätzung ein Mindestquantum von 30000 *dz* Heu zugesagt

und an der Hand der botanischen Analyse der Wiesenflora folgende Preisstaffelung in Vorschlag gebracht für:

Kleeheu mit Timothee	3,50 M. pro 50 *kg*
Bestes Wiesenheu aus süssen Gräsern . .	3,— „ „ 50 „
Heu aus süssen und sauren Gräsern . .	2,50 „ „ 50 „
Heu aus sauren Gräsern, untermischt mit Schilf	1,75—2,00 „ „ 50 „

Die Preise waren den durch den Krieg geänderten wirtschaftlichen Verhältnissen einigermassen angepasst und sollten für *loses Heu loco Hof* gelten.

Da sich jedoch sehr bald zeigte, dass die Erträge hinter den Erwartungen allgemein weit zurückblieben, liess man, um überhaupt zur Ablieferung anzuregen, schliesslich die Qualitätsunterschiede ganz fallen und bewilligte auf meinen Antrag besondere Kilometergelder für die Anfuhr, die jedoch 1 M. je 50 *kg* nicht überschreiten durften. Der Preis mag hoch erscheinen, ist es aber tatsächlich nicht, wenn man bedenkt, dass das Heu aus der Weichselniederung über eine Strecke von mehr als 40 *km* und zum Teil auf miserablen Sandwegen angefahren werden musste und die Gespanne daher 2—3 Tage unterwegs waren. Der Preis wurde im ganzen Generalgouvernement einheitlich auf 2,50 M. pro 50 *kg* für loses und 3 M. für Pressheu normiert.

Zum Pressen des Heus wurden vom Gesamtwirtschaftsausschuss in Warschau zwei Pressen zur Verfügung gestellt, welche, wie sich herausstellte, der Firma Priwin in Posen gehörten. Die mit dieser Firma von der Zentralverwaltung verabredete Leihgebühr von 25 Pf. für 50 *kg* Heu war ungewöhnlich hoch, um so mehr, als die Verwaltung auch die Kosten der Her- und Rückfracht tragen, die Lokomobile stellen, deren An- und Abfuhr übernehmen, den Pressmeister mit 4,50 M. täglich bezahlen und für seine Unterkunft sorgen musste.

Dafür wurden von der Firma zwei klapprige Pressen mit ganz unbefriedigender täglicher Leistung geliefert.

Im ganzen wurden im Jahre 1915 gepresst und abgeliefert 37000 *dz* Heu. Die Firma erhielt also allein an Leihgebühr für die beiden Pressen 18500 M. Der Wert der beiden Pressen mag damals 4—5000 M. zusammen betragen haben. Neue Pressen moderneren Systems waren dagegen mit 4000—4500 M. zu kaufen. Mit dem Verdienst, den die Firma allein im Kreise Kutno-Gostynin eingesteckt hat, hätten demnach 2—3 neue Pressen angeschafft und deren Kosten noch in dem gleichen Jahr amortisiert werden können.

III. Bedarfsdeckung für die eingesessene Bevölkerung.

1. Förderung der Produktion.

Durch die kriegerischen Operationen war das wirtschaftliche Leben im Kreise Kutno-Gostynin schwer erschüttert worden. Westlich Kutno in der Linie Lanienta-Dombrowice-Klodawa hatten am 15. November 1914

schwere Kämpfe getobt. Der geworfene Feind hatte daraufhin das linke Weichselufer abwärts starke Kräfte vorgeschoben, um den linken Flügel unserer Armee von der Weichsel abzudrängen und ihn dann nach Westen aufzurollen. So hatte die Waldzone am Strom nur allmählich von den Russen gesäubert werden können. Den Ostteil des Kreises hatte der Feind erst freigegeben, nachdem er sich in der Linie Sanniki-Osmolin-Lowicz eine schwere Niederlage geholt hatte. Da erst war er auf die Bzura im Kreise Sochaczew zurückgegangen und hatte an deren jenseitigem Ufer verschanzte Stellungen bezogen. Die kriegerischen Operationen erstarrten damit beiderseits im Stellungskampf.

Das nach Westen offene Hinterland Polens wurde auf eine Tiefe von etwa 20 *km* reines Etappengebiet. Die unmittelbar angrenzenden Landstriche wurden aber doch noch mehr oder weniger von den kriegerischen Handlungen und ihren Auswirkungen in Mitleidenschaft gezogen. In diese Zone griff der Kreis Kutno-Gostynin mit seinem östlichen Zipfel weit hinein.

Hier hatten besonders die grösseren Betriebe schwer gelitten. Der grösste Teil der Pferde war von durchziehenden Truppen fortgenommen, der Viehstand durch andauernde Requisitionen dezimiert, oft ganz vernichtet worden. Die Gebäude waren vielfach dem Artilleriefeuer zum Opfer gefallen, die Vorräte an totem Inventar und Produktionsmitteln aller Art in Flammen aufgegangen.

Auf vielen Gütern fehlte es an dem notwendigsten Saatgut für die Frühjahrsbestellung. Diese schien daher um so mehr gefährdet, als infolge der kriegerischen Operationen im November und Dezember 1914 die Herbstfurche nur in wenigen Fällen hatte gegeben werden können, die Gutsgespanne zu militärischen Vorspanndiensten herangezogen wurden und die noch vorhandenen Zugkräfte wegen schlechter Fütterung unterernährt und durch Seuchen aller Art entkräftet waren. Es gab fast kein Gut, dessen Pferdebestand nicht von der Räude befallen war! Aber auch Rotz und Lungenseuche traten vereinzelt auf und gaben zum Teil Anlass zur zwangsweisen Tötung des gesamten Pferdebestandes eines Gutes.

a) Kreditgewährung.

Da galt es denn zunächst die *Produktion* in Fluss zu bringen, um Heer und Bevölkerung mit ausreichenden Nahrungsmitteln zu versorgen. Die *Verteilung* der gewonnenen Erträge war eine cura posterior.

Da der Grossgrundbesitz in den vereinigten Kreisen Kutno und Gostynin 65 % der Ackerfläche einnahm und noch dazu ungleich rationeller bewirtschaftet wurde als der Kleingrundbesitz, war es das gegebene, ihn in allererster Linie in seiner Produktionskraft zu erhalten und zu steigern, oder ihn, falls er durch den Krieg gelitten haben sollte, wiederherzustellen.

Einer ganzen Reihe von Grossgrundbesitzern wurden deshalb Geldmittel aus der Kreiskommunalkasse zur Komplettierung ihrer Betriebsmittel, namentlich zum Ankauf von Pferden, vorgestreckt.

Zur Sicherheit wurde die gesamte Ernte mit Beschlag belegt und den Besitzern jeder Verkauf von Feldprodukten ohne behördliche Genehmigung untersagt. Vielen gelang es auf diese Weise, die Feldbestellung im Frühjahr, wenn auch verspätet, durchzuführen.

Kleineren Besitzern, denen Saatgut fehlte, wurde es zum Teil aus Kreisbeständen, zum Teil von den grösseren Gütern auf behördlichen Druck leihweise bis zur Einbringung der neuen Ernte zur Verfügung gestellt.

Teilweise griff auch der Privatkredit ein, indem die in allen ländlichen Gemeinden bestehenden, durch die russische Regierung eingerichteten Spar- und Darlehnskassen von uns wieder in Gang gebracht wurden.

Indessen war die Kreditbedürftigkeit keine übermässig grosse. Nur ein verhältnismässig kleiner Teil des Kreises war von den Kriegsereignissen direkt in Mitleidenschaft gezogen worden. Wenn auch mehr oder weniger alle Dörfer und Güter, besonders aber die an den Hauptmarschstrassen gelegenen, unter den militärischen Operationen gelitten hatten und noch zu leiden hatten, so konnten die Besitzer bei den jüdischen Händlern, die mit ihrem Kapital durch die Kriegswirtschaft brach gelegt waren, zu dem für den Personalkredit in Polen üblichen Zinssatz von 10—12 % jederzeit Geld flüssig machen.

Die Bauern aber halfen sich im Austausch ihrer Produkte gegenseitig durch, obwohl sonst das Solidaritätsgefühl bei ihnen in unverständlich geringem Mafse ausgeprägt war.

Bei vielen Gütern des östlichsten Kreisteils war mit der Kreditgewährung allerdings wenig geschehen, weil die zur Bewältigung der Arbeit notwendigen Zugtiere käuflich nicht zu beschaffen waren. Wenn hier also nicht weite Strecken fruchtbarsten Ackerbodens unbestellt liegen bleiben sollten, musste schnell und energisch eingegriffen werden.

b) Feldbestellung.

Der Etappeninspekteur der IX. Armee stellte die Kolonnen für die Feldbestellung bereitwilligst zur Verfügung. Die Kolonnenführer waren meistens Landwirte von Beruf. Vielen machte es daher grosse Freude, dass sie sich beruflich betätigen konnten. Auch die Soldaten waren von dieser Arbeit befriedigt, zumal sie dafür besonders entlohnt wurden und die gesamte Mannschaft aus den Einnahmen für die Feldbestellungsarbeiten, die meist für bessere Verpflegung verwandt wurden, Vorteil zog. Mit Unterstützung der Kolonnen gelang es denn auch, die Feldbestellung, wenn auch verspätet, durchzuführen.

Aber auch in anderen Teilen des Kreises hatten die Besitzer mit Schwierigkeiten in der Anspannung zu kämpfen. Ich nahm daher das Angebot des Hauptwirtschaftsausschusses in Kalisch auf Lieferung von vier Motorpflügen mit Dank an. Da man in den übrigen Kreisen mit den Pflügen nicht fertig werden konnte, wurden die Pflüge schliesslich sämtlich in den Kreis Kutno gegeben und haben dort eine nach Lage der Verhältnisse noch zufriedenstellende Arbeit geleistet.

Es wurden von 10 Explosionsmotorpflügen verschiedener Systeme im Frühjahr noch 900 *ha* gepflügt. Die tägliche Durchschnittsleistung der Pflüge betrug bei den arbeitenden W-D-Pflügen etwa $3^1/_2$, bei den Stockpflügen etwa $3^3/_4$ *ha*. Freilich standen sie mehr still als sie arbeiteten. Das lag daran, dass die Pflugzeugführer, die aus abkommandierten Soldaten bestanden, meistens erst an Ort und Stelle ausgebildet werden mussten. Oft dauerte die „Lehrzeit" nur 2—3 Tage. Da war es denn kein Wunder, dass manche Pflüge mehr in Reparatur als in Arbeit waren! Da das Benzol immer knapper wurde und aufs äusserste mit diesem Betriebsstoff gespart werden sollte, so wurde schliesslich mit einer Mischung von 20 bis 30 % Benzol und 70—80 % Spiritus gearbeitet. Zu diesem Zwecke mussten wieder die Düsen gewechselt werden. Das Fehlen der notwendigsten Reserveteile legte die Pflüge oft für Tage brach. Als dann schliesslich ein komplettes Lager von Reserveteilen und eine Reparaturwerkstatt in einer Kutnoer Maschinenfabrik eingerichtet war, war die Frühjahrsbestellung beendet.

Wenn trotz aller dieser geschilderten Schwierigkeiten schliesslich doch noch ein Erfolg zu buchen war, so lag dieser mehr auf der moralischen als auf der wirtschaftlichen Seite. Den Polen imponierte *diese* Art unseres Vorgehens gewaltig. Hätten wir uns *nur* auf die wirtschaftliche Unterstützung beschränkt und Connex bei den führenden Persönlichkeiten in ländlichen Kreisen gesucht, anstatt ihnen eine Städteordnung und eine Kreisverwaltung nach deutschem Muster aufzuzwingen und politisch um ihre Gunst zu buhlen, vielleicht hätten wir mit unserer Politik nicht so jämmerlich Schiffbruch gelitten! Vielleicht!

Besser arbeiteten die Dampfpflüge, die in vier Privat- und zwei Lohnsätzen im Kreise vorhanden waren. Mit ihrer Hilfe gelang es, rund 3600 Hektar noch im Frühjahr zum Anbau von Sommerfrüchten vorzubereiten, so dass schliesslich von mir bekannt gewordenen Fällen nur eine Fläche von rund 50 *ha* unbestellt geblieben ist.

c) Anbauzwang.

Die Bemühungen der Zentralstelle und die eigenen, Kunstdüngemittel aus Deutschland hereinzubekommen, schlugen fehl. Auf ihren Bezug wurde meinerseits auch kein besonderer Wert gelegt, um sie der heimischen Landwirtschaft nicht zu entziehen.

Bei dem Gros der Landwirte bestand infolge des fehlenden Kunstdüngers wenig Neigung, Zuckerrüben in dem bisherigen Umfang anzubauen. Dazu kam, dass wegen Verringerung des Viehstapels weniger Mist als in normalen Jahren produziert und nur wenig Acker vor Winter zu Rüben gepflügt worden war. Die Fabriken waren nicht geneigt, höhere Rübenpreise zu bewilligen, da sie die Marktlage nicht übersahen, die Produzenten konnten unter den alten Bedingungen und Preisen aber unmöglich anbauen. Es bestand demnach die grosse Gefahr, dass der Rübenbau zum grössten Teil eingestellt werden würde, zumal die Differenzen zwischen

Anbauern und Abnehmern aus der Kampagne 1914/15 her noch immer nicht beigelegt waren.

Um den Anbau nicht zu gefährden und damit einige Tausend Arbeiter brotlos zu machen und eine blühende Industrie lahm zu legen, musste behördlich eingegriffen und der *Produktionszwang* eingeführt werden. Das Gesamtwohl erforderte die Zurückschraubung der Privatinteressen.

Unter Berücksichtigung der oben geschilderten Umstände *wurde jedem Besitzer eine nach wirtschaftlicher Lage, Kulturzustand des Ackers, vorhandenem Viehstapel, geeignetem Boden und bisherigem Anbauverhältnis berechnete Mindestanbaufläche auferlegt und diese nach erfolgter örtlicher Prüfung und im Benehmen mit ihm festgesetzt.*

Bei den bäuerlichen Betrieben wurde in ähnlicher Weise vorgegangen. Die den einzelnen Dörfern auferlegten Anbauflächen wurden gemeinsam mit den Wojts und Soltyssen unter Hinzuziehung von besonderen Vertrauensleuten der Produzenten ermittelt. Durch diese Art der „Zwangsauflage“ wurden den durch die Kriegsverhältnisse geschaffenen wirtschaftlichen Bedingungen in jeder Beziehung Rechnung getragen, übermässige Härten wurden vermieden und der Endzweck dieser Masse, nämlich die Produktion des Zuckerrübenbaus zu heben, dadurch erreicht, dass bei entsprechender Bemessung der Zuckerrüben- und Zuckerpreise ein Anreiz zum überkontingentierten Anbau durch Gewährung von Kilometergeldern für die Anfuhr gegeben wurde. Einige Fabriken kamen ihren alten Anbauern noch dadurch entgegen, dass sie ihnen für die über das behördliche Mafs angebauten Rüben einen höheren Preis für die Gewichtseinheit bewilligten.

Sonst wurde von der Anwendung eines Zwanges zum Anbau grundsätzlich abgesehen, weil jede Schematisierung unter den schwierigen wirtschaftlichen Bedingungen die Produktion mehr schädigen als fördern musste.

Von diesem als richtig erkannten Grundprinzip musste allerdings in einem Falle abgewichen werden, und zwar im Frühjahr 1916, als seitens der Kriegsrohstoffstelle ein vermehrter Anbau von Flachs gewünscht und im Interesse der Heeresverwaltung und der heimischen Volkswirtschaft als dringlich bezeichnet wurde.

Dem auf einer Versammlung der landwirtschaftlichen Sachverständigen in Warschau gestellten Antrag der Gesellschaft, allen Kreisen ein bestimmtes Pflichtkontingent an Flachsanbaufläche aufzuerlegen, bin ich mit aller Entschiedenheit unter Darlegung der im Abschnitt A dieser Arbeit erörterten Gründe entgegengetreten mit dem Hinweis, das ein derartiges Unterfangen unbedingt mit einem Fiasko enden müsse. Die Erfahrung hat mir Recht gegeben, denn tatsächlich haben diejenigen Kreise, welche der Anregung gefolgt sind und bäuerliche Besitzer in vielen kleinen Parzellen zum Flachsanbau herangezogen haben, später so gut wie nichts an die in Syrardow errichtete Flachsaufbereitungsanstalt abgeliefert.

Ich vertrat nachdrücklichst den Standpunkt, dass ein wirklich brauchbares und einheitliches Produkt nur beim Grossanbau auf Gütern unter

spezieller Anleitung von Sachverständigen zu erzielen sei, dass von den Kleinbauern, wenn überhaupt Flachs abgeliefert werden würde, dieser wahrscheinlich derart mit Unkraut durchsetzt sein würde, dass seine technische Verarbeitung grosse Schwierigkeiten und Kosten verursachen würde.

Meine Befürchtungen sind denn auch im vollsten Mafse eingetroffen. Ich selbst hatte eine Anbaufläche von 80—100 *ha* zugesagt, weil für den Flachs, dessen Anbau im Kreise Kutno ganz unbekannt war, nur gut geleitete Wirtschaften in hoher Kultur in Frage kommen konnten. Die Güter wurden von mir persönlich ausgesucht, Saat, Pflege und Ernte wurden nach Anordnungen, die an Ort und Stelle persönlich gegeben und überwacht worden, vorgenommen. Das Resultat befriedigte daher auch nach Quantität und Qualität durchaus.

Die auf den einzelnen Gütern zum Flachsbau zwangsweise herangezogene Fläche machte auf diesen jedoch nicht mehr als etwa 2 % des landwirtschaftlich genutzten Areals aus, griff also in keiner Weise erschwerend in die bestehenden Wirtschaftsorganisationen ein.

d) Massnahmen zum Schutz von Schlacht-, Zucht- und Zugvieh.

Als im März 1915 die wirtschaftlichen Angelegenheiten des Kreises Kutno-Gostynin in meine Hand gelegt wurden, war unter dem Viehbestand arg aufgeräumt worden.

Die militärischen Aufkäufer der einzelnen Kommandostellen nahmen mit Vorliebe zweijährige Färsen, Zuchtbullen und Zugochsen aus dem Stall, weil diese sich meist in dem jeweilig besten Futterzustande befanden, sie schonten auch wertvolle Milchkühe aus Rasseviehställen keineswegs, wenn sie gut angefleischt waren und ihren Ansprüchen genügten. Noch rücksichtsloser gingen die Juden vor, deren sich die Proviantämter und sonstige militärische Kommandostellen hin und wieder bedienten. Sie nahmen stets das beste Vieh aus dem Stalle, ohne Rücksicht auf Alter, Geschlecht, Trächtigkeit und Verwendungszweck des einzelnen Tieres.

Beliebte Aufkaufobjekte bildeten die Zuchtbullen, so dass schliesslich oft für drei bis vier Dörfer nur ein Zuchtbulle übrig geblieben war. Selbst die wertvollste Rasserindviehherde Polens auf dem Gute des Herrn v. Czarnowski in Lenki bei Kutno, die vor dem Kriege aus 120 Stück hochgezüchteten reinen schwarzbunten Ostfriesen bestand, war nicht verschont geblieben und hatte schon ein Dutzend wegen ihres hohen Zuchtwertes unersetzlicher Tiere verloren.

Es wurden daher die Viehbestände sämtlicher grösseren Güter des Kreises auf ihren Zuchtwert durchgemustert und die wertvollsten Tiere durch besondere „Schutzscheine" vor jeder Requisition geschützt, nachdem nachstehehende Bekanntmachung schon Mitte März 1915 in allen Ortschaften des Kreises in deutscher und polnischer Sprache an den Wohnungen der Soltyss und auf den Gutshöfen zum Aushang gebracht worden war (s. Anlage 1).

Anlage 1.

Bekanntmachung.

Zur Schonung bzw. Erhaltung des Viehbestandes in dem meiner Verwaltung unterstellten Kreise bestimme ich folgendes:

1. Es dürfen vom Tage dieser Veröffentlichung an weder verkauft noch in eigenem Haushalt geschlachtet werden:
   a) alle trächtigen Muttertiere jeder Viehgattung,
   b) weibliche Kälber und Färsen.
2. Wertvolle Zuchttiere jeder Viehgattung sowie ganze Viehherden von hohem Zuchtwert sind mir schleunigst zu melden, damit die zur Schonung bzw. Erhaltung des Bestandes notwendigen Massnahmen rechtzeitig ergriffen werden können.
   Die mir gemachten Angaben werden durch den Sachverständigen der Deutschen Regierung auf meine Anordnung hin umgehend auf ihre Richtigkeit geprüft werden.
3. Von jedem gekauften Zugtiere ist die Bescheinigung des Verkäufers und die Empfangsbescheinigung des Käufers nach Erledigung des Geschäfts mir vorzulegen.
4. Zuwiderhandlungen gegen die Bestimmungen zu 1—4 werden mit Strafen bis zu 1000 Rubel event. mit Freiheitsstrafen bedroht.
5. Händlern, welche ohne Ausweis und Belege betroffen werden, werden die Pferde konfisziert und zugunsten der Deutschen Kassenverwaltung öffentlich versteigert.

Kutno, den 16. März 1915.

von Mallinckrodt.

Die Rasseherde in Lenki wurde in ihrer Gesamtheit unter behördlichen Schutz gestellt. Als Gegenleistung musste der Besitzer den Feldlazaretten in Kutno Milch und den örtlichen Kasinos wöchentlich ein bestimmtes Quantum Butter zu einem etwas unter der allgemeinen Marktlage gehaltenen Preise liefern.

Zur Schonung des Nachwuchses und Erhaltung des Viehbestandes hatte sich vorstehende Bekanntmachung als notwendig erwiesen. Sie musste später noch durch ergänzende Bestimmungen verschärft werden, wie wir weiter unten sehen werden.

e) Preispolitik.

An sich wäre es richtig gewesen, durch eine weitausschauende Preispolitik regulierend in den Gang der landwirtschaftlichen Produktion einzugreifen und rechtzeitig und im angemessenen Spannungsverhältnis zueinander die Preise für die wichtigsten landwirtschaftlichen Erzeugnisse festzulegen und sie nach erfolgter Beschlagnahme und Enteignung in öffentliche Bewirtschaftung zu nehmen nach den Grundsätzen, wie sie im Abschnitt A dargelegt sind.

Dass es nicht sofort geschehen ist, lag daran, dass man ganz allgemein mit einer Beendigung des Krieges im laufenden Jahr rechnete, also nicht wusste, wie lange man noch zu „verwalten“ haben würde und der einzelne Kreis als „selbständiger Wirtschaftskörper“ in einem grösseren Wirtschaftsverbande nur schwer eigene Wege gehen durfte, wenn er nicht Gefahr laufen wollte, sich in seiner „Eigenwirtschaft“ selbst zu schädigen, indem er die wirtschaftlichen Güter aus dem Lande trieb.

Indessen machte sich überall die Tendenz bei den Händlern bemerkbar, gewisse Lebens- und Futtermittel und landwirtschaftliche Sämereien zu speichern, nachdem man sie unter Vorspiegelung falscher Tatsachen billig

von den Erzeugern gekauft hatte. Es war daher notwendig, schnell die Hand auf die vorhandenen Vorräte zu legen, um einer Ausbeutung der Konsumenten und einer Benachteiligung der Produzenten nach Möglichkeit vorzubeugen. Geschehen ist das in Form einer Bekanntmachung, die am 15. März 1915 in nachstehender Form öffentlich in den Dörfern und Städten angeschlagen wurde (s. Anlage 2).

Anlage 2.

Bekanntmachung.

1. Auf die in dem Kreise Kutno-Gostynin vorhandenen Vorräte an Hülsenfrüchten, Getreide, Mehl, Kleien, Grützen, Graupen, Ölkuchen und landwirtschaftlichen Sämereien jeglicher Art wird mit dem heutigen Tage Beschlag gelegt.
2. Von der Beschlagnahme ausgeschlossen sind nur das Deputatgetreide und Saatgut für die eigene Frühjahrsbestellung.
3. Den Verkauf von Saatgut an im Kreise angesessene Landwirte, ebenso den Verkauf von Getreide an die im Kreise gelegenen Mühlen werde ich auf Antrag besonders genehmigen.
4. Für die im Kreise vorhandenen Vorräte an Ölkuchen jeder Art, sofern sie in den einzelnen Wirtschaften bzw. Haushaltungen oder Geschäften die Menge von 5 Ztr. überschreiten, besteht Anzeigepflicht.
5. Es ist verboten, die in § 1 genannten Produkte aus dem Kreise auszuführen. Zuwiderhandlungen gegen die Bestimmungen dieser Verordnung werden mit Konfiskation der in Frage kommenden Mengen und hohen Geldbussen bestraft.

Kutno, den 15. März 1915.

von Mallinckrodt.

Diese Bekanntmachung genügte bei dem Respekt, den die Bevölkerung damals noch vor den deutschen Behörden hatte, vollkommen, um ein Abwandern der Vorräte in andere Kreise oder die Grossstädte zu verhindern. Man fürchtete strenge Bestrafung und hütete sich ängstlich vor jeder Übertretung. Jeder Kauf und Verkauf wurde auf dem Kreisamt registriert. Über die Händlervorräte wurden „Lagerbücher" geführt und für örtliche Bewegungen „Überführungsscheine" ausgestellt.

Indessen stellte sich bald heraus, dass mit der Beschlagnahme allein, wenn sie nicht mit der öffentlichen Bewirtschaftung zugleich verbunden war, der ungesunden Preissteigerung kein Riegel vorgeschoben werden konnte.

Da an eine zentrale Bewirtschaftung in Kalisch noch nicht gedacht wurde und man die Gefahren der freien Preisbildung bei beschränkter Konkurrenz augenscheinlich unterschätzte, beschloss ich, auf eigene Faust vorzugehen, setzte mich mit den landwirtschaftlichen Sachverständigen der Nachbarkreise in Verbindung und setzte dann für die wichtigsten Lebens- und Futtermittel die nachstehend verzeichneten Preise in Anlehnung an die in Deutschland gezahlten fest (s. Anlage 3).

Anlage 3.

Amtliche Preise für Lebens- und Futtermittel im Kreise Kutno.

Gültig vom 10. 4. 1915.

Getreide per 50 kg (3 Pud).

Weizen	9—10 M.	Gerste	8 M.
Roggen	8--8,50 „	Hafer	8—9 „

Hülsenfrüchte per 50 kg (3 Pud).

Erbsen	15 M.	Peluschken	12,50 M.
Pferdebohnen	20 „	blaue Lupinen } gelbe „ }	8 „
Wicke	11,50 „		

Verschiedene Sämereien per 50 kg (3 Pud).

Rotklee	70—90 M.	Luzerne	90 M.
Weissklee	70—80 „	Timothee	40 „
Wundklee	65—75 „	Seradella	20 „
Gelbklee	40 „		

Hackfrüchte per korzec.

Esskartoffeln zu 280 Pf. russ.	4,00—5,75 M.	Futter- und Fabrikkartoffeln zu 280 Pf. russisch	3,00—4,00 M.
Zuckerrüben 300 Pf. russisch	1,20—1,45 „		

Sonstige Produkte per 50 kg (3 Pud).

Gelbzucker (Futterzucker)	10—14 M.	Eingesäuerte Rübenschnitzel	0,20—0,30 M.
Rübenmelasse	1,30—1,80 „		

Stroh und Heu per 50 kg (3 Pud).

Roggenstroh (Flegeldrusch)	1,50 M.	Heu gepresst	2,50 M.
Weizenstroh	1,30 „	Heu (lose)	1—2 „
Press- und Krummstroh	1,00 „	Kleeheu	2—2,50 „
Hafer- und Gerstenstroh	1,30 „		

Mehle, Kleien, Grützen, Graupen.

Roggenschrotmehl (per 200 russ. Pfund)	19—20 M.	Weizenkleie p. 50 *kg* (3 Pud)	6 M.
Weizenmehl 80 % Ausmahlg.	23—24 „	Gerstenkleie	6 „
Gerstenmehl 50—60 % Ausmahlung	22—23 „	Gerstengrütze	15 „
Roggenkleie p. 50 *kg* (3 Pud)	5 „	Graupen (grob, für Militärzwecke)	15 „

Diese „amtlich festgesetzten Preise“ hingen an allen öffentlichen Gebäuden, in den Amtsräumen der Stadt- und Gemeindebeamten und bei allen Händlern an auffallender Stelle aus. Dem wilden Kaufen Berufener und Unberufener war damit ein Riegel vorgeschoben, da auch die Aufkäufer der Aufkaufsgesellschaften sich an diese Preise zu halten hatten.

2. Anbau- und Erntestatistik.

Um einen Überblick über das im Kreise vorherrschende Kulturartenverhältnis und das gegenseitige Anbauverhältnis der Ackerfrüchte zu bekommen, war es notwendig, methodische Erhebungen nach dieser Richtung hin anzustellen, um sie als Grundlage bei den Ernteschätzungen, Ertragsermittelungen und Verteilungen der Vorräte zu benutzen.

Auf die Mitwirkung und Hilfe der Einwohner konnte hierbei nicht verzichtet werden. Wenn wir uns auch darüber klar waren, dass die Erhebungen auf Zuverlässigkeit und absolute Genauigkeit infolge des mangelhaften Bildungsgrades der Produzenten und auch der nachgeordneten Verwaltungsorgane keinen Anspruch machen konnten, so waren Angaben, die ein ungefähres Bild von den hauptsächlich angebauten Feldfrüchten liefern mussten, keinerlei Unterlagen doch immer noch vorzuziehen.

Im übrigen hat die Statistik mehr, als wir zu hoffen gewagt hatten, den an sie gestellten Anforderungen entsprochen.

Die Übersicht über die Fragestellung gibt nachstehendes Schema (s. Anlage 4).

Anlage 4.

Anbaustatistik.

Gemeinde ....

Dorf ....

Gruppe	Untergruppe	Nr.	Rubrik
		1	Hausnummer
Des Besitzers		2	Name
		3	Vorname
Anbaufläche in polnischen Morgen: Getreide- und Hülsenfrüchte	Weizen	4	Winterweizen
		5	Sommerweizen
	Roggen	6	Winterroggen
		7	Sommerroggen
		8	Gemenge
		9	Gerste
		10	Hafer
		11	Erbsen
		12	Pferdebohnen
		13	Wicken
		14	Peluschken
		15	Lupinen
		16	Gartenbohnen
Hackfrüchte	Kartoffeln	17	überhaupt
		18	davon Frühkartoffeln
		19	Zuckerrüben
		20	Futterrüben
		21	Möhren
		22	Karotten
		23	Kohlrüben
		24	Kohl
Anbaufläche in polnischen Morgen: Zur Grünfutter- und Heugewinnung	Klee	25	Rotklee
		26	Weissklee
		27	Gelbklee
		28	Schwedenklee
		29	Peluschken oder Wicken
		30	Serradella
		31	Mais
		32	Sonstige Grünfütterpflanzen
		33	Wiesen
		34	Viehweiden
Ölsaaten		35	Raps
		36	Rübsen
		37	Lein
		38	Buchweizen
		39	Hirse
		40	Morgenzahl von Rubrik 4—39
		41	Unbestellt gebliebener Acker
		42	Wege, Baustellen, Ödland, Wasser usw.
		43	Wald
		44	Gesamtgrösse des Gutes (Rub. 40—43)
		45	Personen im Hausstand einschl. Deputanten
			Bemerkungen.

Den Soltyssen, die fast ausnahmslos Analphabeten waren, wurden bei den Erhebungen des Lesens und Schreibens kundige ältere Schulknaben oder zuverlässige Dorfbewohner mitgegeben. Die Wojts hatten die Aufgaben, die Angaben der Dorfschulzen an der Hand der in den Gemeindekanzleien vorhandenen Flurbücher und Gemarkungskarten nachzuprüfen und die Fragebogen erst nach den notwendigen Berichtigungen einzureichen.

Es wurde namentlich Wert gelegt auf die richtige Ermittlung *der landwirtschaftlich genutzten Fläche*, weil man sich aus dieser das Anbauverhältnis der Ackerfrüchte, das in den einzelnen Teilen des Kreises wenig und in den einzelnen Dörfern fast gar nicht schwankte, nicht allzu schwer berechnen konnte.

Offentsichtlich falsche Angaben waren somit leicht zu ermitteln, kleinere Abweichungen in den Angaben über den Umfang der einzelnen zum Anbau gelangten Feldfrüchte konnten nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitslehre das Endergebnis in seinen Flächenangaben kaum wesentlich beeinflussen.

Tatsächlich stimmten die gemachten Angaben im Jahre 1915 sehr gut mit dem „errechneten“ wahrscheinlichen Anbauverhältnis der Ackerfrüchte überein. In den folgenden Jahren änderte sich das Bild freilich erheblich. Namentlich blieben die Angaben über den Anbau von Brotgetreide um etwa 10 % hinter der Wirklichkeit zurück, weil man hoffte, durch falsche Angaben ein geringeres Lieferungskontingent an Brotkorn auferlegt zu bekommen.

In solchen Fällen wurde einfach nach den Angaben des Jahres 1915 unter Berücksichtigung der besonderen Ertragswahrscheinlichkeit des vorliegenden Erntejahres eingeschätzt und dem protestierenden Produzenten die Beibringung des Beweises dafür zugeschoben, dass unsere Annahmen *nicht* stimmten. In den meisten Fällen genügte diese Aufforderung schon, ihren Protest aufzugeben und die Einschätzung anzuerkennen. Andernfalls wurden die Angaben nachgeprüft und die Schätzungen berichtigt.

Die Schätzungen auf den Gütern des Kreises Kutno wurden ausnahmslos durch mich selbst, die auf den Gütern im Kreise Gostynin durch den Grafen Bninski, der mir zur Unterstützung beigegeben war, ausgeführt. Als Unterlagen für die Ernteschätzungen der bäuerlichen Feldfrüchte wurden die Angaben der Dorfschulzen und der Wojts benutzt. Wir suchten uns das Bild weiter durch Befragen besonders zuverlässiger Persönlichkeiten, wie von Geistlichen und in der Umgegend oder dem betreffenden Dorfe selbst angesessenen Gutsbesitzern, zu vervollständigen und liessen letzten Endes doch wieder unser eigenes Urteil, das durch die fast täglichen Besichtigungsfahrten in den verschiedensten Kreisteilen geschärft war, die Entscheidung treffen.

Auf Grund der durch Anbaustatistik, Angaben von vertrauenswürdigen Personen und eigene Schätzungen gewonnene Übersicht wurden für jedes Dorf und Gut Übersichten nach Muster 5 angelegt, in welcher jeder Erzeuger, geordnet nach Gemeinden, Dörfern und Namen in je alphabetischer

Reihenfolge mit der in seinem Haushalt vorhandenen Personenzahl, seiner Anbaufläche, dem geschätzten Ertrage, dem ihm für Haushalt, Wirtschaft und Saat zustehenden Quantum und der abzuliefernden Menge verzeichnet war (s. Anlage 5).

Anlage 5.

Erntestatistik.

Dorf (Gut) ....

Hausnummer	Des Produzenten		Zahl der Personen im Haushalt	Weizen						Roggen						usw.
	Name	Vorname		Morgenzahl	Geschätzter Ertrag je Morgen	Geerntet	Für den Haushalt	Zur Saat	Abzuliefern	Morgenzahl	Geschätzter Ertrag je Morgen	Geerntet	Für den Haushalt	Zur Saat	Abzuliefern	
					Zentner						Zentner					

Besondere, an Hand dieser Übersichten aufgestellte „Nachweislisten“ gewährten die Möglichkeit jederzeitiger Nachprüfung der Lieferungspflichtigkeit des Einzelnen. Die Art der Kontrolle wird durch das nachstehende Beispiel gegeben, das ohne weitere Bemerkungen verständlich ist.

Dorf ....

Hausnummer	Des Produzenten		Hat zu liefern												usw.
			Weizen						Roggen						
			in Sa.	hat geliefert					in Sa.	hat geliefert					
	Name	Vorname	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	

Die Eintragungen in die Nachweislisten erfolgten wöchentlich auf Grund der Rapporte, welche die Lagerhalter und Mühlenkontrolleute an das Zentralbüro des vom Kreise eingerichteten Mühlenmonopols einzusenden hatten.

Durch Gendarmeriepatrouillen werden die Säumigen an ihre Lieferungsschuldigkeit erinnert. Bei Verweigerung der Lieferung oder passiver Resistenz wurde zum Zwangsdrusch durch militärische Druschkommandos geschritten.

3. Regelung der Konsumtion.

a) Beschlagnahme. Preissetzung. Öffentliche Bewirtschaftung.

Inzwischen war man bei der Zentralinstanz auch auf die unleidlichen Zustände aufmerksam geworden und kam am 4. 5. 15 mit folgender Verordnung heraus (s. Anlage 6).

Anlage 6.

Bekanntmachung.

I. Getreide.

§ 1.

Am 1. Mai 1915 wird im Gebiete der Deutschen Verwaltung in Russisch-Polen sämtliches Brotgetreide (Roggen und Weizen) sowie sämtliche Gerste beschlagnahmt. Ein Verkehr mit Brotgetreide und Gerste ist nur noch innerhalb der Kreise mit Genehmigung des Kreis-Chefs zulässig. Alle bereits abgeschlossenen Lieferungsverträge, die zur Lieferung ausserhalb des Kreises verpflichten, sind ungültig.

§ 2.

Der Preis für das zu liefernde Brotgetreide sowie die Gerste wird wie folgt festgesetzt:

1. Roggen pro Zentner (3 pud) 9,50 M. loko Bahn, 8,50 M. loko Gemeinde.
2. Weizen „ „ (3 „) 12,00 „ „ „ , 11,00 „ „ „
3. Gerste „ „ (3 „) 10,00 „ „ „ , 9,00 „ „ „

Die Preise beziehen sich auf gute Ware. Bei geringerer Qualität tritt eine entsprechende Preisminderung ein. Im Streitfalle entscheidet der Kreis-Chef.

Wird Getreide durch zwangsweise gestellte Fuhrwerke zur Bahn oder Lieferstelle gebracht, so trägt die „Wareneinfuhr“ die vom Kreis-Chef für die requirierten Fuhrwerke festgesetzten Kosten. Diese Kosten dürfen pro Zentner keinesfalls mehr wie 1 M. betragen.

II. Kartoffeln.

§ 3.

Am 1. Mai 1915 werden sämtliche Kartoffeln im Gebiet der Deutschen Verwaltung in Russisch-Polen beschlagnahmt. Ein Verkehr mit Kartoffeln ist von diesem Zeitpunkt ab nur noch innerhalb der Kreise mit Genehmigung der Kreis-Chefs zulässig. Alle bereits abgeschlossenen Lieferungsverträge, die zur Lieferung ausserhalb des Kreises verpflichten, werden aufgehoben, soweit sie nicht zugunsten der „Wareneinfuhr“ oder des Bürgerkomitees der Stadt Lodz abgeschlossen sind. Die Kreis-Chefs können in einzelnen Fällen Ausnahmen zulassen.

§ 4.

Vom 1. Mai 1915 ab dürfen Kartoffellieferungen ausserhalb eines Kreises nur noch abgeschlossen werden zugunsten der Gesellschaft „Wareneinfuhr“ in Posen.

§ 5.

Der von der Gesellschaft „Wareneinfuhr“ sowie dem Bürgerkomitee der Stadt Lodz zu zahlende Preis wird auf 2,20 M. für den Zentner (3 pud) ausgesuchte Kartoffeln und auf 2 M. für den Zentner unausgesuchte Kartoffeln frei Bahn festgesetzt. Erfolgt die Abfuhr für Rechnung des Käufers, so ermässigen sich die Preise um 70 Pf. pro Zentner.

III.

§ 6.

Zuwiderhandlungen gegen die Vorschriften dieser Verordnung werden mit Geldstrafe bis zu 10000 Rubel oder Freiheitsstrafen bis zu 6 Monaten Gefängnis oder Haft geahndet. An Stelle von nicht beizutreibender Geldstrafe tritt entsprechende Freiheitsstrafe. Hierbei ist ein Betrag von 1—60 Rubel einer eintägigen Freiheitsstrafe gleich zu rechnen.

Ausserdem werden Getreide und Kartoffeln, die entgegen diesen Vorschriften gehandelt werden, ohne Entschädigung eingezogen. Das Gleiche gilt für Vorräte an Getreide und Kartoffeln, die bei den Bestandsaufnahmen verheimlicht werden.

Kutno, den 4. Mai 1915.

von Mallinckrodt.

Leider beschritt man mit dieser Verordnung den verhängnisvollen Weg, den man später nicht wieder verlassen hat, Gerste und Hafer höher im Preis zu stellen als Roggen! Die Folgen traten später denn auch sehr schnell ein. Die Gerste gelangte fast restlos zur Ablieferung, während Roggen in entsprechender Menge verfüttert wurde.

Unsere Preissetzung vom 4. April 1915 wurde durch die Verfügung des Oberbefehlshabers Ost zum Teil überholt. Die Preise wurden daher berichtigt bzw. abgeändert. Sie stellten sich für Weizen- und Gerstenmehl auf je 28 M. und für Roggenmehl auf 20,50 M. je Sack. Weizen- und Gerstenkleie kosteten pro 50 *kg* nunmehr je 6 M. und Roggenkleie musste zu 7,20 M. verkauft werden.

Die Kleinverkaufspreise betrugen für

Kommissbrotmehl	11	Pf. je russ. Pfd.
Weizenmehl	16	„ „ „ „
Kommissbrot	12	„ „ „ „
Weizenbrot (aus Weizen- und Gerstenmehl)	20	„ „ „ „

Für die Produkte aus der Getreideernte 1915 war indessen eine neue Regelung der Preisverhältnisse zu erwarten. Sie kam denn auch anfangs August und brachte neue Überraschungen.

War in der Verfügung vom 27. April 1915 die Preissetzung von Gerste und Hafer im Verhältnis zu Roggen schon keine glückliche und das Spannungsverhältnis zwischen Roggen- und Weizenpreis mit 9,50 M. zu 12 M. aus den Verhältnissen heraus nicht zu erklären gewesen, so war die neue Normierung der Preise, welche für Roggen, Gerste und Hafer eine Ermässigung um 2 M., für Weizen um 2,50 M. brachte, ganz unverständlich (s. Anlage 7).

Anlage 7.

Bekanntmachung.

I. Brotgetreide und Gerste.

1. Die durch Verordnung des Oberbefehlshabers Ost vom 27. April 1915 (Verordnungsblatt Nr. 4) angeordnete Beschlagnahme des Brotgetreides (Roggen und Weizen) sowie der Gerste wird auf die neue Ernte in diesen Getreidearten sowie die aus dieser Ernte hergestellten Müllerei- und Mälzereiprodukte ausgedehnt. Sämtliche über Roggen, Weizen und Gerste neuer Ernte bereits abgeschlossenen Verkäufe sind ohne Entschädigung für Verkäufer oder Käufer aufgehoben. Etwa bereits geleistete Anzahlungen sind zurückzuerstatten.

2. Der Verkehr mit Brotgetreide und Gerste, sowie den aus diesen Getreidearten hergestellten Müllerei- und Mälzereiprodukten ist zwischen den Kreisen verboten. Innerhalb jedes Kreises ist er nur noch mit Genehmigung des Kreischefs zulässig.

3. Sämtliches nicht zur Ernährung der hiesigen Bevölkerung notwendige Brotgetreide sowie die überschüssige Gerste ist an die Gesellschaft „Wareneinfuhr" nach Posen zu liefern.

Art und Zeitpunkt der Lieferung wird noch bekannt gegeben.

4. Die Preise für Brotgetreide werden wie folgt festgesetzt:

1. Roggen pro Zentner = 3 Pud 7,50 M. frei Bahn.
2. Weizen „ „ = 3 „ 9,50 „ „ „

Die Preise beziehen sich auf gute, trockene Ware. Bei geringerer Qualität tritt eine entsprechende Preisminderung ein. Im Streitfalle behalte ich mir die Entscheidung vor.

Der Gerstenpreis wird noch bekannt gegeben werden.

Wird das Getreide an der Erzeugungstätte abgenommen, weil der Eigentümer nicht das Fuhrwerk zur Bahn stellen kann, so tritt eine Preisherabsetzung um 1 M. pro Zentner ein. Die „Wareneinfuhr" trägt in diesem Falle die Kosten des Transports zur Bahn. Dies gilt auch, wenn die Fuhrwerke zwangsweise von mir gestellt werden. Die für die requirierten Fuhrwerke festgesetzten Kosten dürfen nicht mehr als 1 M. pro Zentner betragen.

5 Roggen und Weizen sind mindestens zu 80 %, Gerste zu 60 % auszumahlen.

Die Grundsätze meiner Mahl- und Backordnung vom 8. April 1915 bleiben bestehen.

Jedes Verfüttern von Brotgetreide an das Vieh ist verboten.

II. Hafer und Erbsen.

6. Hafer, Mengkorn und Erbsen neuer Ernte sind beschlagnahmt. Sämtliche über diese Früchte abgeschlossenen Verträge sind aufgehoben, ohne das Käufer oder Verkäufer ein Anspruch auf Entschädigung zusteht. Geleistete Anzahlungen sind zurückzugeben. Der Verkehr mit Hafer, Mengkorn und Erbsen, sowie mit Müllereiprodukten aus Hafer und Mengkorn zwischen den Kreisen ist verboten Innerhalb jedes Kreises ist er nur noch mit meiner Genehmigung zulässig.

Der Preis für den Zentner (3 Pud) Hafer wird auf 8 M. frei Bahn, für Erbsen auf 15 M. frei Bahn festgesetzt.

Die Preise beziehen sich auf gute, trockene Ware. Bei geringerer Qualität tritt eine entsprechende Preisminderung ein. Im Streitfalle behalte ich mir die Entscheidung vor.

Werden diese Früchte an der Erzeugungstelle abgenommen, weil der Eigentümer den Transport nach der Bahn nicht ausführen kann, so tritt eine Preisherabsetzung von 1 M. ein. Die Zivilverwaltung trägt in diesem Falle die Kosten des Transports.

III. Andere landwirtschaftliche Erzeugnisse.

7. Die Ölfrüchte neuer Ernte (Raps und Rüpsen) sind beschlagnahmt. Sämtliche über diese Früchte abgeschlossenen Verträge sind aufgehoben, soweit sie am Tage der Veröffentlichung der Verordnung noch nicht durch Lieferung erfüllt sind, ohne das Käufer oder Verkäufer ein Anspruch auf Entschädigung zusteht. Bereits geleistete Anzahlungen sind zurückzugeben.

Der Verkehr mit Ölfrüchten neuer Ernte zwischen den Kreisen ist verboten. Innerhalb des Kreises ist er nur noch mit meiner Genehmigung zulässig.

Sämtliche im Verwaltungsgebiet geernteten Ölfrüchte sind ohne Rücksicht darauf, ob sie sich noch beim Produzenten oder an anderer Stelle befinden, an die Gesellschaft „Wareneinfuhr" zu liefern, und zwar:

Raps zum Preise von 16 M. für den Zentner (= 3 Pud) frei Bahn.
Rübsen „ „ „ 16 „ „ „ „ (= 3 „) „ „

Die Preise beziehen sich auf gute, trockene Ware. Bei geringerer Qualität tritt entsprechende Preisminderung ein. Im Streitfalle behalte ich mir die Entscheidung vor. Bei Lieferung an der Erzeugungstätte tritt eine den Anfuhrkosten zur Bahn entsprechende Preisminderung ein.

Zuwiderhandlungen gegen die Vorschriften dieser Verordnung werden mit Geldstrafe bis zu 2000) M. oder Freiheitsstrafe bis zu 6 Monaten Gefängnis oder Haft geahndet. An Stelle von nicht beizutreibenden Geldstrafen tritt entsprechende Freiheitsstrafe. Hierbei ist ein Betrag von 1—150 M. einer eintägigen Freiheitsstrafe gleich zu achten. Ausserdem werden landwirtschaftliche Erzeugnisse, die entgegen den Vorschriften dieser Verordnung in Verkehr gebracht werden, ohne Entschädigung eingezogen. Das Gleiche gilt für Vorräte, die bei Bestandsaufnahmen verheimlicht werden.

Kutno, den 5. August 1915.

von Mallinckrodt.

Es musste mit Recht in den Kreisen der Erzeuger böses Blut machen, dass sie für die Produkte der neuen Ernte, die mit viel höheren Erstehungskosten erzeugt waren, sich mit niedrigeren Preisen begnügen sollten, als ihnen

zuletzt von derselben Behörde für die Erzeugnisse der alten Ernte, die unter ungleich günstigeren Bedingungen hervorgebracht waren, weit höhere Preise bewilligt worden waren!

Welches auch die Gründe für eine Herabsetzung der Getreidepreise gewesen sein mögen, falsch waren sie aus psychologischen, wirtschaftlichen und politischen Gründen und hätten unter allen Umständen vermieden werden müssen.

Da weder die landwirtschaftlichen Sachverständigen noch die Kreischefs vorher gehört worden waren, so muss angenommen werden, dass die Zentralbewirtschaftungsstelle in völliger Verkennung der volktwirtschaftlichen Grundgesetze aus eigenem Antrieb diese verhängnisvolle Preissetzung und Staffelung vorgeschlagen hat.

Vom Hauptwirtschaftsausschuss war gleichzeitig für den Konsum eine Menge von 200 *g* Mehl je Kopf und Tag für die Bevölkerung freigegeben und dem Kreis ein bestimmtes Kontingent an Brotkorn, Gerste und Hafer zur Lieferung an die Grosstädte und für die Heeresverwaltung auferlegt worden. Die Kontrolle über den Eigenverbrauch blieb jedem Kreise selbst überlassen.

Damit war, wenn man den Überblick über Produktion, Vorrat und Verbrauch nicht verlieren wollte, die öffentliche Bewirtschaftung in Verbindung mit Monopolisierung des gesamten Lebens- und Futtermittelhandels gegeben.

Sie wurde von vornherein durch die unglückliche Preisherabsetzung erschwert. Der Produzent war höhere Preise gewöhnt und natürlich wenig geneigt, seine Erzeugnisse zu billigeren Sätzen abzugeben. Es ist daher kein Wunder, dass der Schleichhandel im ganzen Generalgouvernement bald einsetzte, zumal die öffentliche Bewirtschaftung in den meisten Kreisen entweder gar nicht oder erst dann eingerichtet wurde, als der illegale Handel die Preise schon erheblich in die Höhe geschraubt hatte, und dass die Zentralverwaltung infolgedessen auch in späteren Jahren den illegalen Handelspreisen stets „nachhinkte".

Mit dem Landrat Dr. LOEHRS, der am 1. September 1915 die Verwaltung des Kreises Kutno übernahm, bin ich persönlich in Kalisch wegen *einheitlicher Regelung der Nahrungsmittelversorgung* vorstellig geworden, habe namentlich die Schliessung sämtlicher kleinen Mühlen, Einführung des Kartensystems für Stadt und Land unter angemessener Begünstigung der Produzenten befürwortet und ein Verbot für Herstellung und Vertrieb von Schrot- und Mahlmühlen aller Art gefordert.

Man konnte sich zu so „eingreifenden" Bestimmungen nicht entschliessen und wollte namentlich dem Erzeuger nicht sein althergebrachtes Recht nehmen, sein eigenes Korn selbst zur Mühle fahren und dort mahlen lassen zu dürfen. Man verlor im gegebenen Augenblick den Mut vor der eigenen Kourage und wälzte die „Spezialorganisation", damit jedoch nicht die Verantwortung auf die nachgeordneten Dienststellen ab.

Wir konnten schliesslich nur erreichen, dass wir das von uns vorgeschlagene System mit einigen Abänderungen im Kreise Kutno anwenden durften. Damit war freilich nicht viel gewonnen, weil wir uns von vornherein darüber klar waren, dass die geplante Organisation nur dann gut funktionieren könne, wenn die gleichen Gesichtspunkte im ganzen Verwaltungsbereich massgebend waren.

Trotzdem beschlossen wir, den als richtig erkannten Weg zu beschreiten und suchten die Nachbarkreise zu möglichst ähnlichen Einrichtungen zu veranlassen, was allerdings nur bei zwei Kreisen einigermassen gelungen ist. Freilich hat in den folgenden Jahren die Kutnoer Organisation in den östlichen Kreisen Polens vielfach Nachahmung gefunden, wenn auch in abgeänderten und den lokalen Verhältnissen mehr angepassten Formen.

Die neue Preisnormierung für die vier Hauptgetreidearten, Erbsen und Ölfrüchte machte inzwischen eine Revision der alten Höchstpreisordnung notwendig. Da auch für andere Lebensmittel, besonders für Fleisch, eine steigende Tendenz vorlag, wurde, wie die nachstehende Verordnung zeigt, die Preisfestsetzung auch auf eine Reihe von anderen Lebensmitteln ausgedehnt, der herrschenden Marktlage dabei aber nach Möglichkeit Rechnung getragen (s. Anlage 8).

Anlage 8.

Verordnung betr. Höchstpreise der wichtigsten Lebensmittel.

A. Preise im Grosshandel (frei Bahn oder Magazin).

1.	Weizen	9,50 M.	per	50 kg	(3 Pud	2	russ.	Pfund)
2.	Roggen	7,50 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
3.	Gerste	8,00 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
4.	Hafer	8,00 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
5.	Erbsen	15,00 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
6.	Rübsen und Raps	16,00 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
7.	Grütze, feine	15,00 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
	„ , grobe	13,50 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
8.	Graupen, feine	14,50 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
	„ , grobe	13,00 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
9.	Weizenkleie	6,00 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
10.	Roggenkleie	6,00 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
11.	Gerstenkleie	6,00 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)
12.	Frühkartoffeln	3—4 „	„	50 „	(3 „	2	„	„)

B. Kleinverkaufspreise.

1.	Weizenmehl (80 % Ausmahlung)	15 Pf.	per	russ.	Pfund
2.	Kommisbrotmehl (80 % Ausmahlung)	13 „	„	„	„
3.	Gerstenmehl (60 % Ausmahlung	15 „	„	„	„
4.	Kommissbrot	14 „	„	„	„
5.	Weizenbrot (aus Weizenmehl 80 % Ausmahlung und Gerstenmehl)	20 „	„	„	„
6.	Weizenkleie	8 „	„	„	„
7.	Roggenkleie	8 „	„	„	„
8.	Gerstenkleie	8 „	„	„	„
9.	Gerstengrütze, feine	18 „	„	„	„
	„ , grobe	16 „	„	„	„

10. Graupen, feine	17	Pf.	per	russ.	Pfund
„ , grobe	16	„	„	„	„
11. Erbsen	20	„	„	„	„
12. Kartoffeln	5	„	„	„	„
13. Butter	140	„	„	„	„
14. Milch	12	„	„	Liter	
15. Eier	5—6	„	„	Stück	
16. Rindfleisch	50	„	„	russ.	Pfund
17. Kalbfleisch	45	„	„	„	„
18. Schweinefleisch	80	„	„	„	„
19. Schaffleisch	50	„	„	„	„
20. Junger Speck	120	„	„	„	„
21. Geräuchertes Bauchfleisch	80	„	„	„	„
22. Schinken	140	„	„	„	„
23. Wurst, gehackte	80	„	„	„	„
24. Enten	60	„	„	„	„
25. Gänse	50	„	„	„	„
26. Puten	65	„	„	„	„
27. Junge Hühner	40—60	„	„	Stück	
28. Alte Hühner	100—180	„	„	„	
29. Salz	6	„	„	russ.	Pfund
30. Zucker, Farin-	28	„	„	„	„
31. Würfel-, geschlagener Hutzucker	38	„	„	„	„

Bestraft wird mit Geldbusse bis zu 500 M., wer:

1. höhere als die amtlich festgesetzten Preise fordert oder zahlt,

2. als Produzent oder berufsmässiger Händler von Lebens- und Futtermitteln ohne ausreichende Begründung, solange seine Vorräte reichen, einem Konsumenten die Abgabe seiner Verkaufsgegenstände verweigert,

3. Vorräte oder Gegenstände des täglichen Bedarfs, die an sich zum Verkaufe bestimmt sind, zu dem Zwecke aus dem Verkehr zurückhält, um eine Steigerung oder Heraufsetzung der Höchstpreise herbeizuführen.

Kutno, den 5. August 1915.

von Mallinckrodt.

Mit dem Leiter des Kreisamtes war ich mir darüber im klaren, dass die öffentliche Bewirtschaftung der Brotversorgung nur auf dem Wege des Kreismonopols durchgeführt werden könne.

Da das zur Anwendung gekommene System durch die Art der Erfassung, Verarbeitung und Verteilung der Vorräte im General-Gouvernement Warschau unter dem Namen „Kutnoer Mühlenmonopol“ bekannt geworden ist, sollen seine Einrichtungen im folgenden geschildert werden unter der Bezeichnung

b) Mühlenmonopol.

Die Bevölkerung beider Kreise betrug rund 200000 Seelen, die ihr zugebilligte Verbrauchsmenge an Brotkorn belief sich auf rund 400000 Ztr. Zum Ankauf des Getreides hätte also ein Kapital von über 2 Mill. Mark gehört, das der Kreisverwaltung natürlich nicht zur Verfügung stand.

Da galt es denn, sich in anderer Weise zu helfen, sich das nötige Betriebskapital zu beschaffen, ohne die Kreiskommunalkasse zu belasten und das immerhin nicht kleine Risiko des geplanten Unternehmens auf

sich zu nehmen. Das geschah durch Hinzuziehung des Handels, und zwar derart, dass einem geschäftstüchtigen und als zuverlässig bekannten Getreidejuden die Leitung des Unternehmens gegen eine vom Zentner aus der Kasse des Mühlenmonopols zu zahlende feste Provision übertragen wurde. Ihm wurden zugebilligt 10 Pf. vom Zentner angelieferten Getreides und 15 Pf. vom Zentner verkaufter Mahlprodukte. Sein Einkommen errechnete sich dabei nach Abzug der Unkosten auf rund 60000 M., was nicht hoch erscheint, wenn man bedenkt, dass ständig ein Kapital von etwa $^1/_2$ Mill. Mark in den Lagerbeständen investiert war, das ganze Risiko für Verlust durch Feuer u. dergl. zu Lasten des Unternehmers ging und die landesübliche Verzinsung 10—12 % betrug!

Das Monopol sollte in „reinster Form" zur Anwendung kommen, d. h. die Verteilung *aller* Mehlvorräte sollte in den Händen der Monopolverwaltung liegen. *Daraus ergab sich für die Erzeuger die Verpflichtung, sämtliches Getreide, das nicht zur Saat gebraucht wurde, an die Monopolmühlen und Lager des Kreises abzuliefern.* Sie hatten also ihr *Brotkorn* regelrecht zu *verkaufen* und dafür *Mehl zurückzukaufen!*

Diese Massnahme wurde als nötig erachtet, um die Kontrolle zu erleichtern und eine gerechte Verteilung der Lasten auf alle Schichten der Bevölkerung vorzunehmen. Aber gerade sie hat den meisten Widerspruch und die grösste Erbitterung bei den Erzeugern hervorgerufen, weil man angeblich nicht Mehl vom *eigenen* Korn erhielt. Die Opposition war tatsächlich jedoch weit mehr darauf zurückzuführen, dass in den Nachbarkreisen sämtliche Wind- und Wassermühlen geöffnet waren und die Gelegenheit, über das erlaubte Mafs mahlen zu lassen, hier der fehlenden Kontrolle wegen selbstverständlich in höchstem Grade gegeben war. Wären die zahlreichen kleinen Wind- und Wassermühlen im ganzen General-Gouvernement geschlossen worden, so hätte man sich an die Entnahme des Mehles aus den Beständen der Monopollager sehr schnell gewöhnt.

Auf die bevorstehende Einführung des Monopols wurde die Bevölkerung zunächst durch die folgende Bekanntmachung hingewiesen (s. Anlage 9).

Anlage 9.

Bekanntmachung.

1. Anfang September wird für den Kreis Kutno ein Mühlenmonopol eingerichtet. Mit Ausnahme des besonders konzessionierten werden alle Mühlen, auch die Schrot- und Handmühlen, mit dem 28. August d. J. geschlossen.
2. Die Ortsschulzen haben die im Privatbesitz befindlichen Handmühlen zu beschlagnahmen und sie in ihren eigenen Wirtschaftsgebäuden bis zu weiterer Verfügung aufzubewahren.
3. Das Schroten von Getreide ist bis auf weiteres nur auf folgenden Dampfmühlen gestattet: Kutno (Schleifer und Olinski), Zychlin, Szewce, Kaszewy-Koscielne, Krosniewice und Dombrowice.
4. Die Mahlgebühr beträgt 80 Pf. pro russischen Zentner, welche an die Zahlstelle des Kreises Kutno zu entrichten ist.
5. Das Schroten auf eigenen Mühlen wird auf Antrag gestattet. Wer von dieser Vergünstigung Gebrauch machen will, hat mir dies rechtzeitig zu melden. Das Schroten darf dann unter Kontrolle eines zu diesem Zweck entsandten Beamten vorgenommen werden. In diesem Falle ist pro russischen Zentner eine Gebühr von 40 Pf. zu entrichten.

6. Zum Schroten werden nur freigegeben: Mengkorn (Gemisch aus Hafer, Gerste, Wicken. Erbsen usw.), Pferdebohnen und Gerste.
7. Da der Hafer beschlagnahmt ist, kommen als Pferdefutter nur Gerste, Kleie und Kartoffeln in Frage. Es werden pro Pferd und Tag nur 6 russische Pfund Gerste zu füttern erlaubt. Die übrige Gerste ist zum Verkauf zu stellen. Die Besitzer werden daher gut tun, sich auf eine weitgehende Kartoffelfütterung einzurichten.
8. Die Ausgabe von Deputatgetreide jeder Art an die Gutsleute ist verboten. Wenn bereits für die Zeit vom 1. Oktober bis 31. Dezember 1915 Deputatkorn ausgegeben ist, so ist mir dies unter namentlicher Anführung der Empfänger zu melden.
9. Die Gutsleute sind durch Geld zu entschädigen. Ihnen sind zu zahlen für einen russischen Zentner Roggen 6,15 M., für Weizen 7,80 M. und Gerste 8,20 M.
10. Dem zuständigen Ortsschulzen sind bis zum Sonnabend, den 28. d. Mts., diejenigen Mehlmengen von den Bauern, Gutsbesitzern, selbständigen Gewerbetreibenden und Händlern anzugeben, welche in einem geschlossenen Haushalt die Menge von 20 Pfd. übersteigen. Arbeiter sind von der Angabe entbunden. Die Ortsschulzen sind ihrerseits verpflichtet, diese Meldungen am 29. August dem zuständigen Vogt weiterzugeben.
11. Wer wahrheitswidrige Angaben macht, die Auskunft verweigert oder sonst wie die Durchführung der getroffenen Massnahmen zu hindern oder zu erschweren sucht, wird mit Geldbussen bis zu 5000 M. bestraft.

Kutno, den 24. August 1915.

von Mallinckrodt.

Aus der Art der Bekanntmachung geht schon hervor, dass das *Monopol nicht nur eine gerechte Verteilung der Vorräte ermöglichen und die Ernährung der Bevölkerung bis zur neuen Ernte sicherstellen sollte, sondern dass mit seiner Einführung auch eine finanzpolitische Ausnutzung für Kreiskommunalzwecke beabsichtigt war.*

Hierzu führten folgende Erwägungen.

Würde der Kreis die öffentliche Bewirtschaftung des Brotgetreides nicht in die Hand nehmen, so würde in kurzer Zeit trotz Aufstellung von Höchst- und Richtpreisen und der auf ihre Überschreitung gesetzten Strafen die Spekulation sich des Handels bemächtigen, einige wenige kapitalkräftige Händler würden durch Aufkauf und Speicherung sich ein Privathandelsmonopol verschaffen und die Preise bald so in die Höhe treiben, dass die ärmere Berölkerung sie nicht würde zahlen können.

Es war weiter vorauszusehen, dass durch die Monopolisierung eine ganze Anzahl von Gewerbetreibenden ihre Existenz verlieren würden (Müller, Getreide- und Mehlhändler). Die Billigkeit erforderte aber, dass sie dafür in angemessener Weise entschädigt wurden.

Die Kriegsverhältnisse hatten an sich schon tiefgreifend in die wirtschaftliche Gestaltung des Kreises eingegriffen. Durch Arbeitseinschränkung in den vorhandenen Fabriken und Gewerbebetrieben, durch Ausschaltung des freien Handels auf vielen Gebieten infolge Warenmangels war eine Verelendung der Massen zu erwarten, die Krankheiten oder doch zum mindesten Unterstützungsbedürftigkeit vieler Erwerbslosen oder Unfähigen nach sich ziehen musste.

Die Quartierlasten infolge der militärischen Besatzung wurden allmählich, namentlich für die Städte, so drückend, dass die Gemeinden sie auf die Dauer aus eigenen Mitteln nicht tragen konnten. Es war daher

nur gerecht und billig, auch das platte Land zu den Lasten der militärischen Belegung und der durch Unterhaltung und Pflege der Kranken und Siechen in den Krankenhäusern und Spitälern den Städten erwachsenen Kosten anteilmässig heranzuziehen.

Auf direktem Wege — das hatte die Erfahrung schon gelehrt — die ländlichen Gemeinden für Tragung derartiger Kosten in Anspruch zu nehmen, war meist mit grossen Schwierigkeiten verbunden, oft erfolglos. *So wurde durch die Einrichtung des Kreismonopols auf indirektem Wege erreicht, was direkt sich nicht ermöglichen liess.*

Die aus dem Monopol für Zwecke der Armenpflege und Unterstützung leistungsschwacher Gemeinden wie zur Deckung der Einquartierungslasten im Wirtschaftsjahr 1915/16 bereit gestellten Mittel haben sich denn auch auf 520000 M. belaufen!

Die Art der durchgeführten Organisation der Brot- und Mehlversorgung der Bevölkerung lässt die Aufstellung (Anlage 10) erkennen:

Anlage 10.

Polizeiverordnung.

1. Mit dem 6. September 1915 wird die Mehl- und Brotversorgung der Bevölkerung des Kreises Kutno nach einheitlichen Grundsätzen geregelt.
2. Jeder Handel mit Getreide, Mehl, sonstigen Mehlprodukten und Brot im Kreise hört auf. Alle Mühlen mit Ausnahme der konzessionierten haben ihren Betrieb eingestellt.
3. Konzessioniert sind bis auf weiteres folgende Mühlen: Schleifer und Blumenstein in Kutno, Wojdeslawski in Zychlin, Szewce, Krosniewice.
4. Sämtliche Bauern — die Gutsbesitzer auf besondere Anordnung — haben bis auf weiteres das Brotgetreide einer von diesen Mühlen zum Kauf anzubieten. Die Bewertung des Getreides erfolgt nach holländischem Gewicht. Höchstpreis für Roggen ist 6,12 M., für Weizen 7,75 M. pro russ. Zentner.
5. Als Basis beim Einkauf des Roggens dient ein holländisches Gewicht von 118 Pfund. Bis 115 Pfund mindert sich der Preis für jedes fehlende Pfund um 4 Pf., von 115 bis 110 Pfund um 8 Pf. pro Zentner, unter 110 Pfund mindert sich der Preis nach Vereinbarung.

Es kostet also 1 Ztr. Roggen mit einem Gewicht von	118	holl.	6,12	M.
1 „ „ „ „ „ „	117	„	6,08	„
1 „ „ „ „ „ „	116	„	6,04	„
1 „ „ „ „ „ „	115	„	6,00	„
1 „ „ „ „ „ „	114	„	5,92	„
1 „ „ „ „ „ „	113	„	5,84	„
1 „ „ „ „ „ „	112	„	5,76	„
1 „ „ „ „ „ „	111	„	5,68	„
1 „ „ „ „ „ „	110	„	5,60	„

Der Preis für gesunden, trockenen Weizen gilt bei mindestens 125 Pfund holländisch. Für das erste fehlende Pfund sind 5 Pf. pro Zentner, für das zweite und dritte Pfund sind je 10 Pf. pro Zentner, für das vierte Pfund sind 15 Pf., für das fünfte Pfund sind 20 Pf. pro Zentner, für weitere fehlende Pfunde nach Vereinbarung zu vergüten.

Es kostet also 1 Ztr. Weizen mit einem Gewicht von	125	Pfd.	holl.	7,75	M.
1 „ „ „ „ „ „	124	„	„	7,70	„
1 „ „ „ „ „ „	123	„	„	7,60	„
1 „ „ „ „ „ „	122	„	„	7,50	„
1 „ „ „ „ „ „	121	„	„	7,35	„
1 „ „ „ „ „ „	120	„	„	7,15	„

6. Klammes, mit starkem Unkrautbesatz oder mit Brand versehenes Getreide wird niedriger bewertet.

   Die besonderen Bedingungen des Einkaufs sind in jeder Mühle angeschlagen.

7. Der Verkäufer erhält beim Anliefern des Getreides einen „Einlieferungsschein", auf welchem von meinem Kontrollbeamten der Mühle das angelieferte Quantum, das holländische Gewicht, der Preis pro Zentner und der zu zahlende Betrag verzeichnet steht.

8. Die Einlösung des Scheines erfolgt sofort durch die **„Zahlstelle des Kreises Kutno"**.

9. Mehl (und Kleie in Mengen über einem Zentner) wird für Land und Stadt Kutno von den Kontrollmühlen nur auf Grund von besonderen **„Mehl-Ausgabe-Karten"** und „Kleie-Ausgabe-Karten" nach im Voraus erfolgter Zahlung des Betrages bei der **„Zahlstelle des Kreises Kutno"** ausgegeben. Diese **„Mehl-Ausgabe-Karte"** ist sorgfältig aufzubewahren und sowohl der **„Zahlstelle"** als der **„Mühlenkontrolle"** zum Quittieren beim Einzahlen des Betrages und Empfangen des Mehles vorzulegen. **Ohne diese Ausgabe-Karte und vorher erfolgter Zahlung erhält niemand Mehl!**

10. Jede Person eines ländlichen Haushalts hat Anspruch jährlich auf 200 Pfd. Roggenmehl und 13 Pfd. Weizenmehl (russischen Gewichts). Es erhält z. B. eine Familie von 6 Angehörigen, 1 Knecht, 1 Mädchen, insgesamt also von 8 Personen

    8 × 200 Pfd. Roggenmehl = 16,00 Ztr.,

    8 × 13 „ Weizenmehl = 1,04 „ .

11. Die Mehlmengen werden jedoch höchstens auf $^1/_4$ Jahr auf einmal ausgegeben. Die erstmalige Ausgabe erfolgt für die Zeit vom 20. September bis 17. Dezember 1915.

12. Für die Städte Kutno, Zychlin und die Flecken Krosniewice, Dabrowice, für Wanderarbeiter und solche Familien auf dem Lande, denen Backgelegenheit fehlt, werden Brotkarten ausgestellt. Diese sind erstmalig am 4. und 5. September in den Brotkartenbüros zu empfangen.

13. Die Mehl- und Brotkarten dienen gleichzeitig als Legitimation des Besitzers beim Einkauf.

14. Die einzelnen „Bons" sind vom **„Verkäufer"** der vorzuzeigenden Karte nach Angabe des Käufers zu entnehmen.

15. Es können beliebig viel „Tagesrationen" auf einmal empfangen werden.

16. Die Weitergabe von Bons an andere Personen ist verboten. Zuwiderhandlungen werden streng bestraft. Ersparte „Bons" der Brotkarten sind beim Umtausch der Karten abzuliefern.

17. Der Einkauf von Mehl darf nur bei den von der Kreisverwaltung eingerichteten Verkaufsstellen geschehen.

18. Die für die Herstellung von Klössen wöchentlich freigegebenen 100 *g* Weizenmehl pro Person können gegen Abgabe der „Weizenmehl-Bons" in den **„städtischen Verkaufsstellen"** zu den amtlich festgesetzten Kleinverkaufspreisen eingelöst werden.

19. **Grützen und Graupen und Gries** sind zu den amtlich festgesetzten Preisen in den städtischen Verkaufsstellen zu haben. Der Genuss von Grützen, Graupen und Weizengries ist vorläufig unbeschränkt.

20. Jede Veränderung in der Personenzahl des Haushalts ist unverzüglich anzumelden. auf dem Lande dem Soltyss, in der Stadt dem Brotkartenbüro.

21. Widerstand gegen die getroffenen Anordnungen, Aufreizung dazu, versuchte oder durchgeführte Hintergehung der gegebenen Vorschriften oder wahrheitswidrige Angaben werden mit Geldstrafen bis zu 5000 Rubeln geahndet, im Unvermögensfalle mit entsprechender Haft bestraft.

Kutno, den 30. August 1915.

Der Kaiserlich Deutsche Kreis-Chef.
Dr. Loehrs,
Rittmeister und Königlicher Landrat.

Erläuternd sei dazu folgendes bemerkt.

Sämtliche im Kreise Kutno vorhandenen Windmühlen (etwa 80) und die kleineren Dampf- und Motormühlen wurden geschlossen und versiegelt, nachdem das Triebwerk durch Entnahme wichtiger Teile unschädlich gemacht und durch Plombenverschluss gesichert war. Geöffnet blieben im Kreise Kutno zunächst nur vier Mühlen, deren Zahl dann später um zwei vermehrt wurde. Die auf den grossen Gütern vorhandenen Schrot- und Mahlmühlen wurden plombiert, die in den Händen der bäuerlichen Wirte befindlichen alten Steinmühlen für Handbetrieb und einige wenige Schrotmühlen mit Göpelbetrieb wurden beschlagnahmt, gesammelt und in den Gemeindekanzleien unter Verschluss aufbewahrt.

Gleichzeitig erging ein Fabrikations- und Vertriebsverbot an alle Maschinenfabrikanten des Kreises.

Natürlich konnten diese Massnahmen nicht hindern, dass die eine oder andere Handmühle nicht abgeliefert wurde oder dass von anderen Kreisen Mühlen eingeschmuggelt oder auf primitivste Weise von den Erzeugern selbst hergestellt wurden. Wir haben sogar später eine ganze Kollektion solcher selbstgefertigter und mit raffiniertem Scharfsinn erdachter Mühlen in unseren Beschlagnahmelagern gesammelt. Zu den originellsten gehörten dabei einige, aus 15 *cm*-Granaten, sogen. „Ausbläsern“, hergestellte Mühlen für Handbetrieb. Trotzdem war die Massregel zunächst eine durchgreifende.

Die brotlos gewordenen Müller wurden je nach Leistungsfähigkeit ihrer Mühle und ihrem Kundenkreis nach dem Friedensstand entschädigt. Es schwankte daher die monatlich aus der Kasse des Monopols gezahlte Entschädigung zwischen 30—75 M. In vereinzelten Fällen wurden 100 M. bewilligt. Auch wurden die meisten Müller noch dadurch unterstützt, dass ihnen die ländlichen Mehlhandlungen für die landlose Bevölkerung übertragen wurden. Wenn sie daraus auch keinen erheblichen Verdienst zogen, so genügte er doch im Verein mit der gewährten Monatsentschädigung, sie vor der dringendsten Not zu schützen.

Müller, die 20 polnische Morgen Acker oder mehr besassen, wurden nicht entschädigt, da die Landwirtschaft sie in diesem Falle ausreichend ernährte.

Um das Vertrauen der Bevölkerung in die Geschäftsgebahrung zu erhöhen und einen brauchbaren Maſsstab für die Qualitätsbewertung des angelieferten Getreides zu bekommen, wurde nur nach holländischem Gewicht gekauft und dieses vor den Augen des Erzeugers im Beisein des Müllers von einem Beamten der Monopolverwaltung festgestellt. Eine Preistafel nach Anlage 11 gestattete jederzeitige Nachprüfung der gezahlten Preise.

Anlage 11.

Preisordnung für Getreide und Mahlprodukte.

Es wird bezahlt für:

1. Roggen mit einem holländischen Gewicht von 118 pro Zentner 6,12 M.
„ „ „ „ „ „ 117 „ „ 6,08 „

Roggen mit einem holländischen Gewicht von	116	pro Zentner	6,04 M.
„ „ „ „ „	115	„ „	6,00 „
„ „ „ „ „	114	„ „	5,92 „
„ „ „ „ „	113	„ „	5,84 „
„ „ „ „ „	112	„ „	5,76 „
„ „ „ „ „	111	„ „	5,68 „
„ „ „ „ „	110	„ „	5,60 „

Roggen mit einem niedrigeren Gewicht als 110, wird niedriger bewertet, ebenso klammer oder mit starkem Unkrautbesatz versehener.

2.

Weizen mit einem holländischen Gewicht von	125	pro Zentner	7,75 M.
„ „ „ „ „	124	„ „	7,70 „
„ „ „ „ „	123	„ „	7,60 „
„ „ „ „ „	122	„ „	7,50 „
„ „ „ „ „	121	„ „	7,35 „
„ „ „ „ „	120	„ „	7,15 „

Weizen mit einem niedrigeren Gewicht als 120 sowie klammer oder blauspitziger Weizen wird niedriger bewertet.

Blauspitziger, aber sonst trockner Weizen mit gutem holländischen Gewicht kostet,

wenn er nur wenig blauspitzig ist,		7,55	M. pro Zentner	
„ etwas mehr	„ „	7,30	„ „ „	
„ sehr	„ „	7,00—6,80	„ „ „	
„ schwartzspitzig	„	6,12	„ „ „	(Roggengries)

3.

Gerste mit einem holländischen Gewicht von	110	pro Zentner	10,00 M.
„ „ „ „ „	109	„ „	9,95 „
„ „ „ „ „	108	„ „	9,90 „
„ „ „ „ „	107	„ „	9,80 „
„ „ „ „ „	106	„ „	9,70 „
„ „ „ „ „	105	„ „	9,55 „

Gerste mit einem niedrigeren Gewicht als 105 wird niedriger bewertet, ebenso klamme, mit Unkrautbesatz versehene oder brandige Gerste.

4. Es kostet:

Weizenmehl	(80 % Ausmahlung)	25,80	M. pro Sack	(200 Pfd. russisch)
Roggenmehl	„	21,80	„ „ „	(200 „ „)
Roggenschrotmehl	„	17,80	„ „ „	(200 „ „)
Gerstengrütze	„	34,00	„ „ „	(200 „ „)
Gerstengraupen	„	38,00	„ „ „	(200 „ „)
Weizengries	„	65,00	„ „ „	(200 „ „)

Kutno, den 2. September 1915.

Der Kreis-Chef.
Loehrs,
Rittmeister und Königl. Landrat.

Konnte trotzdem eine Einigung über den Preis nicht erzielt werden, so wurde eine entsprechend grosse Probe zurückgestellt und mir bei einer gelegentlichen Revision zur definitiven Entscheidung vorgelegt. Derartige Fälle sind jedoch sehr selten eingetreten. Der Einkaufsmodus muss also als gerecht und angemessen allgemein anerkannt worden sein.

Da nebenbei in den Mühlen auch *Kleinverkauf an Mehl und verschiedenen Müllereiprodukten* getrieben wurde, war es nötig, auch hierfür eine Preistafel an sichtbarer Stelle aufzuhängen und die Bevölkerung jederzeit über die gültigen Preise auf dem laufenden zu erhalten. Die Kleinverkaufspreise stellten sich für:

Roggenschrotmehl	auf 10	Pf.	pro	Pfd.
Roggenmehl (80 %)	„ 12	„	„	„
Weizenmehl (80 %)	„ 14	„	„	„
Gerstengrütze	„ 20	„	„	„
Gerstengraupen	„ 22	„	„	„
Weizengries	„ 40	„	„	„
Kleie	„ 6	„	„	„

Um die Geschäftsführung zu kontrollieren, die Übersicht zu erleichtern, Defraudationen seitens der Angestellten und des Müllers unmöglich zu machen und die Abrechnung mit dem Unternehmer einfach zu gestalten, wurde ein besonderes Buchungs- und Kontrollsystem ausgedacht und eingeführt.

Zu diesem Zwecke wurden *Einnahme- und Ausgabestelle* und *Zahlstelle* scharf geschieden. Letztere war eine Einrichtung des Unternehmers. die Beamten wurden von ihm angestellt und besoldet. Erstere war dem Wirtschaftsausschuss unterstellt, ihre Beamten wurden aus der Monopolkasse bezahlt. Sie bestanden gewöhnlich aus ehemals russischen Beamten polnischer Nationalität, die im Bahn- oder Postdienst tätig gewesen und durch den Krieg stellungslos geworden waren; einige stammten auch aus den deutschen Kolonistendörfern an der Weichsel.

Nun besteht zwischen Polen und Juden ein tiefwurzelnder Hass. Die Arbeit zwischen den Kontrollorganen des Unternehmers und der Monopolverwaltung vierlief deshalb nicht immer reibungslos. Der Sache an sich kam aber dieser Gegensatz, der sich auch zwischen dem Müller und beiden Kontrollorganen allmählich herstellte, sehr zugute und hinderte eine Annäherung der drei feindlichen Lager zum Schaden des Unternehmers. In den zwanzig Monopolmühlen des Kreises ist daher auch nur ein einziger leichter Fall der Unterschlagung innerhalb von zwei Jahren vorgekommen.

Beiden Beamtenkategorien mussten von den Mühleninhabern Kost und Logis frei gewährt werden. Die Zahlstelle war meist in der Mühle oder in ihrer unmittelbaren Nähe untergebracht. Die Beamten wurden gut bezahlt und erhielten je nach Lebens- und Dienstalter 6—8 M. je Tag. Sie haben sich mit einer Ausnahme gut bewährt und voll ihre Schuldigkeit getan.

Getreide- und Geldgeschäfte spielten sich nun in folgender Weise ab.

Wurde Getreide angeliefert, so wandte sich der betreffende Produzent zunächst an den Mühlenkontrolleur, der im Beisein des Müllers Gewicht und Qualität ermittelte, sofort die entsprechenden Eintragungen in das Getreidelieferungsjournal nach Anlage 12 machte und dann dem Lieferanten einen Ausweis über das abgelieferte Getreide nach Anlage 13 ausstellte.

(Siehe Anlagen 12 und 13 Seite 442.)

Diese Zahlungsanweisung wurde dem Beamten des Unternehmers präsentiert, worauf sofort Zahlung geleistet werden musste. Unterschrift des Zahl-

beamten und Kontrollstempel mussten als Quittung dienen, weil die meisten Bauern ja des Lesens und Schreibens nicht kundig waren.

Anlage 12.

Getreide-Lieferung.

Lfde. Nr.	Datum	Name, Vorname	Ort	Hat geliefert: Roggen		pro Ztr	Betrag	
				Ztr.	Pfd.	M.	M.	Pf.

Kontroll-Mühle in ....

Weizen		p. Ztr.	Betrag		Gerste		p. Ztr.	Betrag		Kleie		p. Ztr.	Betrag		Grütze		p. Ztr.	Betrag	
Ztr	Pfd	M.	M.	Pf.	Ztr.	Pfd.	M.	M.	Pf	Ztr.	Pfd.	M	M.	Pf.	Ztr.	Pfd.	M.	M.	Pf.

Anlage 13.

Kontrollmühle: Zychlin. Nr 409.

Tag der Anlieferung	Name des Mühlenkontrolleurs und Unterschrift des Müllers	SMALKOWSKI, JAN aus Strzelce hat geliefert			Holländisches Gewicht	à Ztr.		Zu zahlender Betrag		Gezahlt am	Name des Zahlbeamten. Kontrollstempel.
			Ztr.	Pfd.		M.	Pf.	M.	Pf.		
16./9. 15	WALUGA	Weizen	10	40							GRÜNBAUM
—		Roggen	—	—							Zahlstelle in Zychlin
—	WOJDESLAWSKI	Gerste	2	60							
—		Hafer	6	—							
—		Erbsen	—	—							

Vom Produzenten waren diese Quittungen aufzubewahren, weil sie ihm bei Revisionen durch Gendarmen oder militärische Druschkommandos als Ausweis der erfolgten Lieferung zu dienen hatten.

Der Verkauf der Müllereiprodukte spielte sich in analoger Weise ab. Der Käufer (Grosshändler, Kleinhändler, Selbstversorger) hatte zunächst das ihm auf Grund einer Anweisung oder von Mahlkarten zustehende Quantum in der Zahlstelle zu bezahlen. Dann wurde ihm von dieser eine Ausgabeanweisung nach Anlage 14 in die Hand gedrückt, auf Grund welcher ihm die auf ihr verzeichneten Mengen sofort verabfolgt wurden.

Anlage 14.

Zahlstelle: Zychlin. Nr. 210.

Datum	Name des Zahlbeamten	Bartischewski, Karol aus Bielice hat zu zahlen für							Die Kontrollmühle Zychlin wird angewiesen nebenverzeichnete Mengen an den Vorzeiger zu verabfolgen		Dient als Ausweis. Nur gültig für den Tag der Ausstellung
					à Zentner		in Summa		Verausgabt durch		
			Ztr	Pfd.	M	Pf.	M.	Pf.	Mühlenkontrolleur Müller	am (Kontrollstempel)	
		Weizenmehl									
		Roggenschrotmehl									
		Roggenmehl									Kontrollmühle in Zychlin
		Grütze									
		Graupen									
		Gries									

Der Zahlstellenbeamte war jedoch gehalten, vor Verabfolgung der Ausgabeanweisung die entsprechenden Eintragungen in das „Mahlprodukten-Ausgabejournal“ zu machen und die laufende Nummer dieses Journals auf dem Kopf der Anweisung zu verzeichnen (s. Anlage 15).

(Siehe Anlage 15 Seite 444.)

Ausgabe- und Zahlungsanweisungen wurden kopiert. Die Kopien blieben in den Monopolmühlen und waren bei Revisionen unaufgefordert vorzulegen. Durchschriften von Getreidelieferungs- und Mahlproduktenjournal waren sowohl von den Mühlenkontrolleuren als den Zahlstellenbeamten den beiden Zentralbüros der Monopolverwaltung und des Unternehmers wöchentlich einzureichen. Da also alle Buchungen doppelt vor-

Anlage 15.

Mahlprodukten-Ausgabe.

Laufende Nr.	Datum	Name, Vorname	Ort	Hat erhalten:									
				Roggenschrotmehl		pro Ztr.	Betrag		Roggenmehl		pro Ztr.	Betrag	
				Ztr.	Pfd.	M.	M	Pf	Ztr.	Pfd.	M.	M.	Pf.

Mühle in ....

Hat erhalten:																								
Weizenmehl		pro Ztr.	Betrag		Kleie		pro Ztr.	Betrag		Grütze		pro Ztr.	Betrag		Graupen		pro Ztr.	Betrag		Gries		pro Ztr.	Betrag	
Ztr.	Pfd	M.	M.	Pf.	Ztr.	Pfd.	M.	M.	Pf.	Ztr.	Pfd.	M.	M.	Pf.	Ztr.	Pfd	M.	M.	Pf.	Ztr.	Pfd.	M.	M	Pf.

lagen, konnten beide Büros unabhängig von einander aufrechnen. Die Abrechnung erfolgte für jeden Monat am 15. des nächstfolgenden in der Art, dass die Differenz zwischen den Ausgaben für Getreide und den Einnahmen für Müllereiprodukte aller Art an die Kasse des Mühlenmonopols abgeführt wurde.

Besondere *Lagerbücher*, die in jeder Mühle und jeder Niederlage geführt werden mussten, *gaben jederzeit Auskunft über die Höhe der Bestände.* Bestandsaufnahmen erfolgten alle zwei Monate, Generalinventur wurde am Schluss des Wirtschaftsjahres in allen Mühlen vorgenommen. Manko ging zu Lasten, Überschuss zu Gunsten des Müllers. Die Verstaubung wurde zu 4 v. H. gerechnet.

Hand in Hand mit der Einführung der Mühlenordnung ging die Regelung des Mehl- und Brotkonsums der landlosen Bevölkerung in Stadt und Land, der sog. Bedarfsleute.

Da in den Städten und erst recht in den ländlichen Gemeinden kein geschultes und zuverlässiges Personal für die erste Organisation vorhanden war, so lag die ganze Last der Arbeit auf meinen Schultern. Das Zentralbüro beschäftigte daher in der zweiten Hälfte des August zeitweise bis zu fünfzig Angestellte, welche namentliche und alphapetisch geordnete Listen von sämtlichen Ortschaften des Kreises, getrennt nach Selbstversorgern und Bedarfsleuten, aufstellen und sämtliche Mahl- und Brotkarten erstmalig ausschreiben mussten. Das erste Muster einer solchen Brotkarte weist Anlage 16 auf.

(Siehe Anlage 16 Seite 446.)

Ein weiteres Muster ist in Anlage 17 gegeben. *Jede Serie musste in anderer Zeichnung und in anderem Farbendruck gehalten werden, um den vielen Analphabeten (80 $^0/_0$ der Bevölkerung) die Orientierung zu erleichtern.*

(Siehe Anlage 17 Seite 446.)

Die Brot- und Mahlkarten für das platte Land wurden auf die Dauer von vier Wochen ausgegeben. Sie unterschieden sich von den im Stadtgebiet gültigen durch ihr *Format* und waren auf *farbigem* Papier gedruckt. Alles Massnahmen, die rein äusserlich erscheinen mögen, mit Rücksicht auf das Analphabetentum aber unumgänglich nötig waren.

Alle Bäckereien und Mehlhandlungen mussten „konzessioniert“ sein, hatten die einzelnen Brot- bzw. Mehlabschnitte sorgfältig aufzubewahren, sie den „Brotkartenbüros der Städte“, die inzwischen eingerichtet worden waren, vierzehntäglich abzuliefern, von denen sie geprüft und dem „Zentralbüro der Monopolverwaltung“ weitergereicht wurden. Die entsprechenden Anweisungen an die einzelnen Ausgabestellen erfolgten dann umgehend.

Es wurde Wert darauf gelegt, den Kleinverkauf für Mehl u. dgl. allen kleinen Geschäften zu übertragen, die vor dem Kriege bereits mit Mehl, Kleie usw. gehandelt hatten. Das liess sich jedoch schwerer durchführen, als es gedacht war, weil mit einem Male alle Welt damit gehandelt haben wollte. Es blieb also schliesslich nichts anderes übrig, als Vor-

Anlage 16.

Zychlin, Nr. ....

Name, Vorname: ....

.... -Strasse Nr. ....

Mehl- und Brotkarte vom 6. bis 12. September 1915 täglich 175 *g* Mehl oder 250 *g* Brot ($^5/_8$ Pfd.)

2 Tagesabschnitte	=	$1^1/_4$ Pfd. Brot	
4 „	=	$2^1/_2$ „	„
6 „	=	$3^3/_4$ „	„

Vom 6. bis 12. Sept. 1915. 150 *g* = $^3/_8$ Pfd. Weizenmehl.			
	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	35 *g* Mehl oder 50 *g* Brot
	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	35 *g* Mehl oder 50 *g* Brot
	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	35 *g* Mehl oder 50 *g* Brot
	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	70 *g* Mehl oder 100 g Brot	35 *g* Mehl oder 50 *g* Brot
	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	35 *g* Mehl oder 50 *g* Brot
	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	35 *g* Mehl oder 50 *g* Brot
	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	70 *g* Mehl oder 100 *g* Brot	35 *g* Mehl oder 50 *g* Brot

Anlage 17.

Kutno.

Vom 4. bis 10. Oktober 1915.

Mehl- und Brotkarte täglich 16 Lot Mehl oder 20 Lot Brot ($^3/_8$ Pfd.)

Vom 4. bis 10. Oktober 1915. $^1/_4$ Pfd. Weizenmehl.	
	16 Lot Mehl oder 20 Lot Brot
	16 Lot Mehl oder 20 Lot Brot
	16 Lot Mehl oder 20 Lot Brot
	16 Lot Mehl oder 20 Lot Brot
	16 Lot Mehl oder 20 Lot Brot
	16 Lot Mehl oder 20 Lot Brot
	16 Lot Mehl oder 20 Lot Brot

schlagslisten von den einzelnen Stadtverwaltungen einzufordern und darnach die Geschäfte auszusuchen.

Alle Geschäfte hatten an deutlich sichtbarer Stelle im Laden und aussen an der Eingangstür die amtliche Preistafel auszuhängen, und an und in den Bäckereien war in Riesenlettern zu lesen:

1	Pfd.	Roggenschrotbrot	kostet	10 Pf.
1	„	Roggenbrot	„	12 „
1	„	Weizenbrot	„	16 „

Kutno, den 1. September 1915.

Der Kreischef.

Loehrs,

Rittmeister und Königl. Landrat.

So war zum Schutz der Konsumenten gegen Übervorteilung alles geschehen, was nach Lage der Verhältnisse überhaupt geschehen konnte. Innerhalb von drei Wochen war mit gänzlich ungeschulten Kräften, aber mit anerkennenswertem Eifer und Fleiss eine Kriegswirtschaftsorganisation geschaffen worden, deren einzelne Zweige in der Folgezeit durch ihr reibungsloses Funktionieren den Beweis erbrachten, dass das „System" richtig und den Verhältnissen angepasst war.

Freilich verstummten die Klagen der Grossgrundbesitzer nicht, dass ihre Deputanten nicht ihr sebstverdientes Korn mahlen lassen dürften und dass sie das etwas teuere Monopolmehl kaufen müssten. Es wurden ihnen dann schliesslich die in der Bekanntmachung von Anlage 18 niedergelegten Konzessionen gemacht (s. Anlage 18).

Anlage 18.

Bekanntmachung.

Durch Verfügung des Chefs der Zivilverwaltung vom 11. Juli 1915 G. Nr. I. B. 2723 ist der Verbrauch an Brotgetreide auf 100 *kg* pro Kopf und Jahr für die Bevölkerung des besetzten Gebietes festgesetzt und gleichzeitig eine Ausmahlung des Brotgetreides zu mindestens 80 % angeordnet worden.

Zur Durchführung dieser Brotkorn-Kontingentierung ist seiner Zeit das Mühlenmonopol, gekennzeichnet durch das Mehl- und Brotkartensystem, eingeführt worden.

Die vielfachen aus Besitzer- und Deputantenkreisen gekommenen Klagen über zu teures Mehl, über die Härte, die darin liegt, dass die Deputanten ihr verdientes Korn nicht selbst mahlen lassen können und ähnliches mehr, haben mich bestimmt, den vorgetragenen Wünschen in gewissem Umfange entgegenzukommen.

Um aber die den Kreisen auferlegte Lieferung von Brotgetreide erfüllen zu können, ohne die Ernährung der Bevölkerung bis zur nächsten Ernte in Frage zu stellen, wird im übrigen an den Grundsätzen des eingeführten Mühlenmonopols und Brotkartensystems festgehalten werden.

§ 1.

Den Deputanten soll es gestattet sein, von ihrem Deputatkorn (Roggen oder Weizen) auf den monopolisierten Mühlen 25 *kg* = 61 ¹/₄ russische Pfund pro Kopf für die Zeit vom 1. Januar bis 31. März 1916 mahlen zu lassen.

Dabei soll das für alle schwer arbeitenden männlichen über 17 Jahre alten Personen vorgesehene Zusatzmehlquantum beibehalten und als Roggen angerechnet werden (46 russ. Pfund pro ein Vierteljahr).

§ 2.

Der Arbeitgeber hat daher schleunigst eine namentliche Liste seiner Deputanten einzureichen unter Angabe ihres Alters und Geschlechts.

§ 3.

Der Arbeitgeber hat das Deputatgetreide in den freigegebenen Mengen in eine der Monopolmühlen zu fahren und die **Verteilung des Mehls** an seine Deputanten vornehmen zu lassen.

§ 4.

Die **Mahlgebühr** beträgt einen Pfennig pro russisches Pfund, die bei der Einlieferung des Brotkorns vom **Arbeitgeber** zu verauslagen ist. Er ist berechtigt, diese Gebühr von seinen Deputanten wieder einzuziehen.

§ 5.

Ausser der Mahlgebühr wird eine **Monopolabgabe** von einem Pfennig pro russisches Pfund erhoben, die vom Arbeitgeber bei der Anlieferung des Deputatgetreides zu entrichten und von ihm zu tragen ist.

Durch die Erhebung dieser Monopolabgabe soll der 100%ige Zuschlag zur Grundsteuer vermieden werden.

§ 6.

Die Überschüsse aus dem Mühlenmonopol werden restlos der Kreiskommunalkasse zugeführt, kommen also der Allgemeinheit zu gute und sollen verwendet werden zur Unterstützung der Reservistenfrauen, der Siechen- und Krankenhäuser, bedürftiger Gemeinden, zum Ausbau des Wegenetzes usw.

§ 7.

Vom 1. Dezember d. Js. wird die Herstellung von Gerstengrütze und Gerstenschrot auf besonderen, hierfür konzessionierten Wind-, Wasser- u. Dampfmühlen und den bisher schon im Betriebe befindlichen Monopolmühlen in beschränktem Umfange gestattet werden.

§ 8.

Die Mahlgebühr beträgt pro russisches Pfund

2 Pfennig für Grütze
1 „ „ Schrot

und ist im Voraus entweder bei den amtlichen Zahlstellen oder dem zuständigen Wojt oder Wojtschreiber zu entrichten.

Auf Grund der von einer dieser genannten Stellen erhaltenen Anweisung wird die eingelieferte Gerste gemahlen und das auf der Anweisung verzeichnete Quantum an Gerstengrütze oder -schrot von der zuständigen Mühle verabreicht werden.

§ 9.

Die von den Zahlstellen, bezw. Wojt oder Wojtschreibern zu führenden Bücher sowie die „Anweisungen“, welche den Mehlinteressenten ausgehändigt werden, müssen in ihren Angaben übereinstimmen.

§ 10.

Den Mühlenbesitzern ist es untersagt, Gerste ohne „Anweisung“ anzunehmen und zu vermahlen. Interessenten, Müller und Aufsichtsorgane, welche gegen diese Bestimmung zu verstossen suchen, werden hart bestraft.

§ 11.

Auskunft in Fragen des Mühlenmonopols erteilt das Wirtschaftsamt Kutno (Professor Dr. Berkner).

Anträge sind baldigst einzureichen.

Kutno, 24. November 1915.

Der Kreis-Chef der Kreise Kutno und Gostynin
Dr. Loehrs, Rittmeister.

Im übrigen wurde aber an dem Grundprinzip der Mühlenordnung nicht gerüttelt. Sämtliche Produzenten hatten ihr Getreide auf den wenigen Kontrollmühlen mahlen zu lassen. Dass bei diesem System einige abgelegene Dörfer und Güter monatlich ein- bis zweimal Wegstrecken bis zu 16 *km* zurücklegen mussten, um zu der ihnen zugewiesenen Mühle zu kommen, liess sich nicht vermeiden. Nur so aber konnte einigermassen die Kontrolle über unberechtigtes oder verbotswidriges Mahlen ausgeübt werden. Denn man muss bedenken, dass das Befolgen der gegebenen Vorschriften und Gesetze durch die Landeseinwohner nicht aus ethischen Motiven oder patriotischen Gefühlen entspringen konnte, sondern naturgemäss von den uns zum grössten Teil feindlich gesinnten Erzeugern nur durch Zwangsmassnahmen erzwungen wurde, und dass diese jede sich bietende Gelegenheit benutzten, um von ihren durch die Okkupationsbehörden geschmälerten Rechten wieder Gebrauch zu machen.

Inzwischen war man auch in den übrigen Kreisen mehr und mehr zu der Überzeugung gekommen, dass man straffer organisieren und die Brot- und Mehlverteilung nach dem Kartensystem vornehmen müsse, dass es nicht genügte, das für die „Bedarfsleute" bestimmte Quantum zu „berechnen" und den *Überschuss* an die Bedarfskreise zu Händen der „Wareneinfuhr" einfach *abzuliefern*, wenn man nicht Hungersnot im eigenen Kreise haben wollte.

Von anderen Kreisen war gegen die allgemeine Einführung des Kutnoer Monopolsystems seiner Zeit der Einwand erhobeen worden, dass eine so weitgehende öffentliche Bewirtschaftung notwendigerweise gewaltige Unkosten im Gefolge haben und Brot- und Mehlpreise zum Schaden der ärmeren Bevölkerung ungebührlich in die Höhe treiben müsse. Bei Ermittelung der in allen Kreisen festgesetzten *Höchstpreise* stellte es sich aber heraus, dass diese *im Kreise Kutno die niedrigsten waren.*

Da eine allgemeine Preisregelung wünschenswert erschien, wurden die Mehlpreise für den ganzen Verwaltungsbezirk des Generalgouvernements Warschau einheitlich gestaltet. Wir waren also auch im Kreise Kutno gezwungen, sie heraufzusetzen, beschlossen aber gleichzeitig, den *dadurch erzielten Mehrgewinn in Form einer festen monatlichen Unterstützung* an die Städte zu zahlen und sie in die „laufenden Ausgaben" des Monopols aufzunehmen.

Diese Massnahme erwies sich als notwendig, weil den Städten durch den Verwaltungschef das Erheben von „Akzisen" in Form von „Durchfuhrgebühren", „Pflastergeld" u. dgl. untersagt worden war und die Stadtverwaltungen durch den Fortfall dieser laufenden Einnahmequelle in grosse Finanznot geraten waren.

Der Hinweis hierauf machte die Erhöhung der Preise der grossen Masse auch etwas schmackhafter. Anlage 19 gibt eine Übersicht über die Neuordnung.

Anlage 19.

Polizeiverordnung.

Mit dem 15. Dezember d. J. treten in den Kreisen Lenczyca, Kutno, Gostynin folgende Höchstpreise in Kraft:

A. Grosshandel.

I. Vieh.

Rindvieh je nach Qualität	30—36—40,50 M.	oder	20—24—27 Rb.	pro russ. Ztr. Lebendgewicht
Kälber	40,50—45—51 „	„	27—30—34 „	„ „ „ „
Hammel	30—33—36 „	„	20—22—24 „	„ „ „ „
Schweine	51—60—69 „	„	34—40—46 „	„ „ „ „

II. Mehl und Mahlprodukte.

A. Für die Städte: Ozorków, Lenczyca, Piontek, Krosniewice, Kutno, Zychlin, Gombin und Gostynin:

Weizenmehl (80 % Ausmahlung)	31 M.	oder	20,67 Rb.	pro 200 russ. Pfund (ohne Sack)
Roggenmehl	26,55 „	„	17,70 „	„ 200 „ „ „ „
Roggenschrotmehl	19. „	„	12,67 „	„ 200 „ „ „ „
Weizenmehl für religiöse Zwecke	36 „	„	24 „	„ 200 „ „ „ „

B. Für das platte Land:

Weizenmehl (80 % Ausmahlung)	29,50 M.	oder	19,67 Rb.	pro 200 russ. Pfund (ohne Sack)
Roggenmehl	21 „	„	14 „	„ 200 „ „ „ „
Roggenschrotmehl	18 „	„	12 „	„ 200 „ „ „ „

C. Für Stadt und Land:

Grütze	34 M.	oder	22,67 Rb.	pro 200 russ. Pfund (ohne Sack)
Graupen	38 „	„	25,33 „	„ 200 „ „ „ „
Weizengries	65 „	„	43,33 „	„ 200 „ „ „ „
Kleie	10 „	„	6,67 „	„ 200 „ „ „ „

III. Verschiedene Produkte (frei Waggon):

Esskartoffeln	bis 2,00 M.	oder	1,33 Rb.	pro 50 *kg*
Stroh (lose)	„ 1,20—1,50 „	„	0,80—1,00 „	„ 50 „
„ (gepresst)	„ 1,70—1,90 „	„	1,13—1,27 „	„ 50 „
Heu (lose)	„ 1,80—2,50 „	„	1,20—1,67 „	„ 50 „
„ (gepresst)	„ 2,30—3,00 „	„	1,54—2,00 „	„ 50 „

B. Kleinverkauf.

I. Fleischpreise:

Rindfleisch:	Filet	0,90 M.	oder	0,60 Rb.	pro russ. Pfund
	Bauchfleisch	0,80 „	„	0,53 „	„ „ „
	Fleisch mit Knochen	0,80 „	„	0,53 „	„ „ „
Kalbfleisch:	Schnitzel	0,90 „	„	0,60 „	„ „ „
	Gewöhnliches Fleisch	0,80 „	„	0,53 „	„ „ „
Hammelfleisch:	Keule	0,90 „	„	0,60 „	„ „ „
	Gewöhnliches Fleisch	0,80 „	„	0,53 „	„ „ „
Schweinefleisch:	Karbonade oder Schnitzel	1,20 „	„	0,80 „	„ „ „
	Bauchfleisch	1,00 „	„	0,67 „	„ „ „
	Fettfleisch mit Knochen	1,10 „	„	0,73 „	„ „ „
	Bauchfleisch gekocht	1,50 „	„	1,00 „	„ „ „
	Speck	2,00 „	„	1,33 „	„ „ „
	Schinken (geräuchert und gekocht)	1,80 „	„	1,20 „	„ „ „
	Mettwurst, Leberwurst	1,40 „	„	0,93 „	„ „ „
	Knoblauch-Presswurst	1,20 „	„	0,80 „	„ „ „
	Krakauer Zungenwurst	1,50 „	„	1,00 „	„ „ „
	Blutwurst	0,80 „	„	0,53 „	„ „ „

Liesen	2,00 M.	oder 1,33 Rb.	pro russ. Pfund
Schmalz	2,00 „	„ 1,33 „	„ „ „
Talg	1,00 „	„ 0,67 „	„ „ „

II. Mahlproduktenpreise:

A. Für die Städte:

Weizenmehl (80 °/₀ Ausmahlung)	18 Pf.	oder 12 Kop.	pro russ. Pfund
Roggenmehl (80 „ „)	15 „	„ 10 „	„ „ „
Roggenschrotmehl	11 „	„ 7½ „	„ „ „

B. Für das platte Land:

Weizenmehl	16 Pf.	oder 11 Kop.	pro russ. Pfund
Roggenmehl	12 „	„ 8 „	„ „ „
Roggenschrotmehl	10 „	„ 7 „	„ „ „

C. Für Stadt und Land:

Grütze	21 Pf.	oder 14 Kop.	pro russ. Pfund
Graupen	22 „	„ 15 „	„ „ „
Weizengries	39 „	„ 26 „	„ „ „
Kleie	6 „	„ 4 „	„ „ „
Weizenmehl für religiöse Zwecke	20 „	„ 14 „	„ „ „

III. Preise für verschiedene Produkte:

Esskartoffeln	21 Pf.	oder 14 Kop.	pro russ. Pfund
Butter (Land-)	165 „	„ 110 „	„ „ „
„ (Molkerei- od. Zentrifugen-)	180 „	„ 120 „	„ „ „
Milch	15 „	„ 10 „	„ Quart
Eier	8—10 „	„ 5—7 „	„ Stück

In den Städten:

Roggenbrot	15 Pf.	oder 10 Kop.	pro russ. Pfund
Roggenschrotbrot	11 „	„ 7 „	„ „ „
Weizenbrot	18 „	„ 12 „	„ „ „
Denaturierter Spiritus	80 „	„ 53 „	„ Liter

IV. Zuckerpreise:

A. Grossverkauf:

Farinzucker	13,20 M.	oder 8,80 Rb.	pro Pud
Würfelzucker oder Raffinade	18,00 „	„ 12,00 „	„ „

B. Kleinverkauf:

Farinzucker	0,36 M.	oder 24 Kop.	pro russ. Pfund
Würfelzucker oder Raffinade	0,45 „	„ 30 „	„ „ „

Zu vorstehenden Preisen bemerke ich folgendes:

1. Die Mehlpreise für die Städte haben erhöht werden müssen, weil wegen Fortfalles der Akzise auf Lebensmitteltransporte die städtischen Kassen erhebliche Einbussen an ihren Einnahmen erlitten haben. Die Mehr-Einnahmen aus den erhöhten Mehlpreisen stehen den städtischen Verwaltungen zur Verfügung.
2. Übertretungen dieser Ordnung über die Höchstpreise der wichtigsten Lebens- und Genussmittel und sonstiger Produkte werden mit Geldbussen bis zu 5000 M. bestraft.

Kutno, den 14. Dezember 1915.

Der Kreischef der Kreise Kutno, Gostynin und Lenczyca.
Loehrs, Rittmeister.

Die Veröffentlichung der neuen Mehlpreise gab Gelegenheit, auch für andere Gegenstände des täglichen Bedarfs, namentlich für Vieh und Fleisch,

die in letzter Zeit schnell gestiegen waren, Höchstpreise zu normieren. Es wird darauf weiter unten noch zurückzukommen sein.

Inzwischen hatte man an der Zentralbewirtschaftungsstelle in Warschau die Wahrnehmung gemacht, dass die Ernte an Brotgetreide im ganzen General-Gouvernement weit hinter den Erwartungen und Schätzungen der einzelnen landwirtschaftlichen Sachverständigen zurückgeblieben war. Eine Kürzung der Brotration musste daher schleunigst vorgenommen werden, wenn die Vorräte bis zur nächsten Ernte reichen sollten.

Aber das allein genügte nicht. Die Bevölkerung war an einen starken Brotkonsum gewöhnt, eine Herabsetzung des *Quantums* musste daher möglichst vermieden werden. So blieb denn nichts anderes übrig, als die „Streckung" des Brotteigs anzuordnen. Nach Lage der Verhältnisse konnten hierfür nur *Frischkartoffeln* in Frage kommen.

Die hierauf bezügliche Verfügung gibt die Anlage 20 wieder.

Anlage 20.

Polizeiverordnung.

1. Das auf Brot- und Mehlkarten frei gegebene Quantum wird auf 13 lot Mehl bzw. 16 lot Brot pro Kopf und Tag reduziert.
2. Bäcker und Mehlhandlungen sind gehalten gegen die Brotkartenabschnitte nur die unter Ziffer I bezeichneten Quantitäten abzugeben.
3. Das Brot ist möglichst durch Zusatz von Frischkartoffeln zum 80 %igen Roggenmehl zu strecken. In diesem Falle sind dem Teig 20—25 % geschälter und gekochter gesunder Kartoffeln zuzusetzen. Das Kartoffelbrot ist äusserlich zu zeichnen mit K.-B. Jeder Bäcker ist verpflichtet K.B.-Brot herzustellen.
4. Vom K.B.-Brot dürfen 20 lot pro Tag und Kopf abgegeben werden.
5. Das Gewicht des K.B-Brotes hat $4^3/_8$ Pfd. zu betragen. Brot von anderem Gewicht herzustellen ist verboten. Der Preis für dieses Gewicht beträgt 66 Pf. oder 44 Kopeken.
6. Die Herstellung von Gebäck aus Weizen-, Roggen- oder Kartoffelmehl ist den Bäckern untersagt.
7. Zuwiderhandlungen gegen die unter Ziffer 1—6 enthaltenen Bestimmungen werden mit Geldstrafe bis zu 3000 M., an deren Stelle im Unvermögensfall Haft bis zu 3 Monaten tritt, bestraft. Gleichzeitig wird in besonders gearteten Fällen die Genehmigung zur Ausübung des Bäckereigewerbes entzogen.
8. Die Verordnung tritt mit dem 1. Februar in Kraft.

Kutno, den 29. Januar 1916.

Der Kreischef.
Loehrs, Rittmeister.

Bei dieser einmaligen Herabsetzung der Brotration ist es nicht geblieben. Sie hat von Jahr zu Jahr verringert werden müssen, ist im Jahre 1917 zeitweise bis auf 125 *g* herabgesetzt und den Brotkartenempfängern auf dem Lande und in den kleinen Städten und Flecken sogar ganz entzogen worden.

Zum Teil war das auf den durch die grosse Trockenheit bewirkten Minderertrag zurückzuführen, zum weitaus grösseren Teil aber eine Folge der in allen Schichten der Bevölkerung zunehmenden Unehrlichkeit und des Schleich- und Kettenhandels, der fast ausschliesslich in Händen der Juden lag.

War diese Erscheinung auch unerquicklich und im Interesse der Versorgung der in den Grossstädten zusammengepferchten Arbeiterbevölkerung unerwünscht, so war sie doch verständlich und aus der unter den Einwirkungen der Zwangswirtschaft allmählich um sich greifenden moralischen Zersetzung des Volkskörpers erklärlich.

Dagegen war das erhebliche Zurückbleiben des *geschätzten* Ertrages hinter dem *tatsächlich* abgelieferten Quantum im Jahre 1915 zunächst nicht zu verstehen. Schleichhandel gab es damals im Kreise Kutno noch nicht. Bestrafungen wegen Übertretung der Mahl- und Backvorschriften waren in so bescheidenem Umfange zu verzeichnen, dass sie zur Erklärung des Ausfalls in den abgelieferten Ernteprodukten als bedeutungslos nicht herangezogen werden können.

Dagegen ist darauf hinzuweisen, dass die Schätzungen relativ früh — Mitte bis Ende Juni — vorgenommen werden mussten, weil die Zentralbewirtschaftungsstelle sie zum 1. Juli haben wollte. Nun stand um diese Zeit das Wintergetreide vorzüglich und liess eine über dem Durchschnitt liegende Ernte erwarten. Allerdings war seit dem 3. Mai kein Tropfen Regen gefallen und die Tagesdurchschnittstemperaturen waren aussergewöhnlich hoch, so dass mit einem grossen Wasserverbrauch durch die Pflanzen gerechnet werden musste. Ich glaubte aber annehmen zu dürfen — und die Angaben der Grossgrundbesitzer über die von ihnen im Durchschnitt der letzten Jahre erzielten Erträge bestärkten mich in meinem Urteil — dass der bis zu einem Meter tiefgründige stark humose Lehmboden des Kreises auch die nötige Feuchtigkeit zum Ausreifen des Kornes würde liefern können. Das ist dann anscheinend doch nicht der Fall gewesen.

Da in allen Kreisen ohne Ausnahme zu hoch geschätzt worden ist, so ist die Erscheinung eine allgemeine gewesen.

Die Schätzung muss auch — was mir erst später voll zum Bewusstsein gekommen ist — ausserordentlich in ihrer Sicherheit durch die in Polen ganz allgemein herrschende Beetkultur gelitten haben.

Das ist verständlich, wenn man bedenkt, dass bei sechs Furchen breiten Beeten der Landverlust 20 % beträgt. Hinzu kommt, dass das Getreide je nach Witterungsverlauf entweder auf dem Rücken oder an den Rändern der Beete besser steht, stets aber infolge der — trotz der Beete — nassen Beschaffenheit des Bodens und trotz dichter Einsaat einen relativ dünnen Stand zeigt.

Lässt man also nur das *Auge* sprechen und geht man nicht durch das Getreide und überzeugt sich von der Dichtigkeit seines Bestandes (was technisch und physisch undurchführbar), *so bleibt der Eindruck von dem besseren Stand des Kornes auf den einzelnen Beetrücken der vorherrschende.* Wird gleichzeitig dem durch die vielen Beetfurchen entstehenden Landverlust nicht entsprechend Rechnung getragen, so kommt eine Schätzung zustande, die um $^1/_4$—$^1/_3$ zu hoch liegen kann.

Was eine derartige „flüssige Schätzung“ aber für grosse Gefahren in sich schliesst, wenn sie als Grundlage für die Kalkulationen der öffentlichen Bewirtschaftungsstellen dienen soll, liegt ohne weiteres auf der Hand.

An der zu niedrigen Schätzung allein konnte im Jahre 1915 jedoch die verhältnismässig geringe Ablieferung von Brotkorn nicht liegen, es mussten noch andere Ursachen mitgespielt haben. Es wird lohnen, ihnen nachzugehen.

Wie schon erwähnt, war der Vorsommer aussergewöhnlich trocken. Hatte schon für das anfangs Juli in wenigen Tagen abreifende Winterkorn das nötige Wasser zur normalen Ausbildung der *Körner* gefehlt, so reichte es bei den Sommerhalmfrüchten nicht einmal zur Produktion einer mittleren *Strohernte* aus. Hafer und Gerste versagten daher auch total, manche spät gesäten Felder mussten sogar umgeackert werden. Als der Regen dann endlich am 2. August einsetzte, war es für das Sommergetreide zu spät und selbst der Erbse kam er nur in bescheidenem Mafse zugute.

Dagegen erholten sich die Kartoffeln, die Anfangs August nur etwa erst erbsengrosse Knollen angesetzt hatten, so vorzüglich, dass sie, zumal auch Ende August/Anfang September noch ergiebige Niederschläge eintraten, im Herbst eine Rekordernte lieferten, die in der Sorte Wohltmann auf dem Gute des Herrn VON CZARNOWSKI in Lenki 300 *dz* vom Hektar betrug.

Für den Landkreis Kutno (ohne den Landkreis Gostynin) hatte die Vorschätzung betragen für

Gutsweizen	14 *dz*,	Gutsroggen	12,8 *dz* je Hektar.
Bauernweizen	12 „ ,	Bauernroggen	10 „ „ „

Nachprüfungen auf Grund der Druschergebnisse auf den verschiedensten Gütern und in einigen Dorfschaften brachten aber bald den Nachweiss, dass die Schätzung durchschnittlich um 4 *dz* je Hektar zu hoch gewesen war.

Wir hatten von einer Gesamtanbaufläche von rund 37000 *ha* Roggen und 11000 *ha* Weizen einen Ertrag von 350000 *dz* erhofft, mussten aber unsere Erwartungen auf 285000 *dz* zurückschrauben.

Davon gingen ab zur Saat	47500 *dz*,
für die Ernährung der Bevölkerung	110000 „
in Sa.	157500 *dz*.

Es hätten also geliefert werden müssen für die Versorgung der Grossstädte zu Händen der Gesellschaft „Wareneinfuhr“ rund 127500 *dz*. Tatsächlich sind jedoch nur 81000 *dz* geliefert worden, so dass ein Fehlquantum von 46500 *dz* sich herausstellte.

Da die fehlende Menge nicht beizubringen war, Nachsuchungen überall resultatlos verliefen, so musste angenommen werden, dass sie verfüttert worden war.

Dass diese Annahme einen hohen Grad der Wahrscheinlichkeit für sich hat, ergibt folgende Überlegung:

Die Anbaufläche mit Gerste betrug 12500 *ha*, mit Hafer 18500 *ha*. Die Ernteschätzung betrug für Gerste 94500 *dz*, für Hafer rund 50000 *dz*.

Nun waren aber freigegeben von der Gerstenernte für:

Saat	12500	*dz*
Brauereien	3000	„
Deputat	5500	„
Grütze	2500	„
Pferdefütterung	43800	„
Kuhfütterung	8600	„
Schweinefütterung	8500	„
Insgesamt	84400	*dz*

Von der Hafererernte waren freigegeben für:

Saat	18500	*dz*
Fohlen	5000	„
Kälber	3500	„
Städtische Fuhrwerksbesitzer	1500	„
	28500	*dz*
An das Feldproviantamt waren geliefert	20000	„
Insgesamt	48500	*dz*

Diese Zahl deckt sich aber fast genau mit der Haferschätzung von 50000 *dz*.

An Gerste durften legal verbraucht werden	84400	*dz*
An die Gesellsaft „Wareneinfuhr" waren geliefert	42300	„
in Sa.	126700	*dz*
Tatsächlich waren nur geerntet	94500	„
An *Brotkorn* mussten also *verfüttert* sein	32200	*dz*
Wie wir oben gesehen haben, belief sich die Minderlieferung an Brotkorn auf	46500	*dz*
Infolge zu starker Gerstenablieferung mussten verfüttert sein	32200	„
Die fehlenden	14300	*dz*

werden sicherlich ebenfalls verfüttert sein.

Ja, es ist sehr wahrscheinlich, dass noch erheblich grössere Brotkornmengen tatsächlich ihren Weg durch den Viehmagen genommen haben werden, denn es ist kaum anzunehmen, dass sich die Produzenten — sowohl Gross- als Kleingrundbesitzer — mit den amtlich für die Fütterung erlaubten geringen Mengen (je Kopf und Tag für Pferde $1^1/_2$ *kg*, für Kühe 1 *kg*, Schafe $^1/_4$ *kg*, Schweine $^1/_2$ *kg*) begnügt haben werden.

Dass gerade Roggen in so erheblichem Umfange gefüttert ist und Hafer- und Gerstenernte restlos zur Ablieferung gekommen sind, ist lediglich auf die unglückliche Preissetzung zurückzuführen, die für Futtergetreide höhere Preise voraussah als für Brotgetreide![1])

[1]) Jetzt (August 1919) begeht die Reichsgetreidestelle die gleichen Fehler. Die Freigabe des Hafers bei weiterer öffentlicher Bewirtschaftung der übrigen Getreidearten hat den Haferpreis so in die Höhe getrieben, dass bis zu 70 M. je 50 *kg* geboten und

c) Vieh- und Fleischbewirtschaftung.

Schon im theoretischen Teil dieser Arbeit war mit Nachdruck darauf hingewiesen worden, dass die zur *menschlichen Ernährung bestimmten Erzeugnisse* unter allen Umständen vor den mehr zur Fütterung geeigneten Produkten, namentlich bei den für beide Zwecke bedingt zu verwendenden Getreidearten, *in der Preisstellung bevorzugt werden müssten*, wenn man eine Verfütterung sog. „reinen Brotkorns" vermeiden wolle. Ich hatte oben auch die Forderung gestellt, dass mit der Monopolisierung der Brot- und Mehlversorgung eine öffentliche Bewirtschaftung von Vieh und Fleisch Hand in Hand gehen müsse, wenn anders die Preise für letztere nicht ins Ungemessene steigen und eine ungesunde Steigerung der etwa im freien Handel gebliebenen Futtermittel bewirken, bzw. auf die Verfütterung von Brotgetreide direkt hinwirken sollten.

Diesen Gesichtspunkten ist bei der Regelung des Fleischkonsums im Generalgouvenemnnt Warschau leider nicht Rechnung getragen worden. Es blieb vielmehr die Versorgung der Bevölkerung dem freien Handel überlassen.

Da das Fleisch billig, der Konsum des Brotes durch Rationierung aber beschränkt war, wandte sich der Verbrauch der Bevölkerung naturgemäss einem höheren Fleischgenuss zu. Die Folge davon war ein schnelles Anziehen der Preise und eine ausgiebige Verfütterung des Brotkorns.

Der steigenden Nachfrage stand aber kein entsprechendes Angebot gegenüber, so dass die Preissteigerung immer sprunghafter, immer bedrohlicher wurde und ein behördliches Eingreifen notwendig machte.

Es war dazu um so mehr Veranlassung gegeben, als die Beschwerden der Bevölkerung über ungebührliche Preisforderungen der Fleischer sich mehrten, die Proviantämter auf steigende Schwierigkeiten beim Vieheinkauf stiessen und auch die Aufkäufer der Firma Gebrüder Frankowski aus Gnesen, welchen die Viehlieferung für die Etappentruppen und die Bevölkerung der Grossstädte übertragen war, behaupteten, die wöchentlichen Viehlieferungen nur unter grossen Verlusten erfüllen zu können.

Es wurden daher im Einvernehmen mit Händlern und Fleischern Höchstpreise für Vieh und Fleisch unter besonderer Berücksichtigung der Qualitäten und in Anpassung an die Marktlage ermittelt und veröffentlicht (vgl. Anlage 19).

Es wurde also besonderer Wert darauf gelegt, die neuen Sätze den tatsächlichen Preisverhältnissen anzupassen, wie sie sich allmählich bei freier Konkurrenz, beschränktem Angebot und gestiegener Nachfrage auf dem Markt herausgebildet hatten.

---

gezahlt werden. Da verkauft der Bauer natürlich seinen Hafer und verfüttert seinen Roggen. Die Brotkornablieferung ist denn auch schon so ins Stocken geraten, dass die Ernährung der Bevölkerung ernstlich gefährdet erscheint und die Reichsgetreidestelle sich zur Bewilligung einer Druschprämie hat entschliessen müssen, die dem Roggenpreis des Friedens entspricht.

Die am 15. Dezember 1915 veröffentlichten Preise waren demnach als „angemessene Preise“ zu betrachten.

Inzwischen war man auch in Warschau aufmerksam geworden. An den wöchentlichen Kontraktlieferungen der Firma Frankowski fehlte eine immer grösser werdende Stückzahl, die Besatzungstruppen murrten und der Grossstadtbevölkerung bemächtigte sich eine von Tag zu Tag sich steigernde Unzufriedenheit.

Da verfügte man den Zwangseinkauf von Vieh (s. Anlage 21).

Anlage 21.

Bekanntmachung.

1. Da die Fleischversorgung der Grossstädte Warschau und Lodz und der Garnisonen und sonstigen Besatzungstruppen infolge des Zurückhaltens des Viehs und ungebührlicher Preisforderung seitens der Viehbesitzer ernstlich in Frage gestellt ist, ist vom Herrn Verwaltungschef beim Generalgouvernement Warschau der **Zwangseinkauf von Vieh** verfügt worden.
2. Für die Qualitäten werden folgende Preise gezahlt:

Qualität:	II	I	
Rindvieh	28 M.	32 M.	pro poln. Zentner
Kälber (männl.)	30 „	35 „	„ „ „
Hammel	28 „	32 „	„ „ „
Schweine	55 „	60 „	„ „ „

3. Der Viehaufkauf ist den Gebrüdern FRANKOWSKI aus Gnesen übertragen worden. Ihnen wie den von ihnen bestimmten und von mir bestätigten Aufkäufern kommt **amtliche** Eigenschaft zu. Sie werden äusserlich kennbar sein an einer um den linken Oberarm getragenen weissen mit dem Kreissiegel versehenen Binde mit der Aufschrift: „amtlicher Vieheinkauf“. Der Aufkäufer befindet sich in Begleitung einer Militärperson.
4. Der Zwangskauf geht in der Weise vor sich, dass der Aufkäufer in den einzelnen Ortschaften die schlachtreifen Tiere auswählt, sie kennzeichnet und dem Besitzer einen Ankaufsschein einhändigt, der als Ausweis für den Transport zur nächsten Abnahmestation dient.
5. Der Besitzer hat die so bezeichneten Tiere an dem vom Aufkäufer bestimmten Tage zu bestimmter Stunde der Abnahmestation zuzuführen. Dort werden die Tiere **gewogen.** Ihre **Qualität** wird festgestellt von einer Kommission, welche besteht aus dem **Landwirtschaftlichen Sachverständigen** als Vertreter des Kreischefs, dem **Kreistierarzt** und dem Vertreter der **Gebrüder Frankowski.**
6. Gegen die Qualitätsbestimmung gibt es keinen Einspruch. Für überfütterte Tiere werden 5—10 % in Abzug gebracht.
7. Wer mit dem festgesetzten Preise nicht einverstanden ist, dem wird lediglich ein Requisitionsschein über das zwangsweise beigetriebene Vieh ausgestellt.
8. Die Aufkäufer sind indessen gehalten, die wirtschaftlichen Verhältnisse der Besitzer nach Möglichkeit zu berücksichtigen. Sie haben sich deshalb im wesentlichen nach den in meinen Bekanntmachungen vom 15. März 1915 und 11. Mai 1915 niedergelegten Grundsätzen zu richten. Auch werde ich es mir weiter angelegen sein lassen, wertvolle Zuchten in ihrem Grundstock zu erhalten, um eine gedeihliche Fortentwicklung der Viehzucht auch nach dem Kriege sicherzustellen.
9. Die Bezahlung des beigetriebenen Viehs erfolgt bei der Abnahme.

Kutno, den 31. Januar 1916.

Der Kreischef.
Loehrs, Rittmeister.

Anstatt aus den notwendig gewordenen Massnahmen aber die nötigen Folgerungen zu ziehen und auch den Zwangseinkauf von Vieh zur Deckung des Lokalbedarfs der Kreise vorzuschreiben, liess *man neben dem Zwangseinkauf den freien Handel für die örtlichen Bedürfnisse bestehen.*

Der *zweite grosse Fehler* bestand darin, dass man den *Zwangseinkauf* nicht amtlich organisierte und die zuständigen Kommunalverbände (bzw. die landwirtschaftlichen Sachverständigen) mit den Lieferungen betraute, sondern sie *in die Hand einer Firma legte*, dieser *damit eine unerhörte Monopolstellung einräumte und ihr Gelegenheit gab, Millionen zu verdienen, die der Allgemeinheit gehört hätten!*

Letzten Endes kam es dann doch darauf hinaus, dass die Organe der Kreisverwaltung die Arbeit leisteten und besagte Firma das mühelos verdiente Geld einstrich.

Die Organisation war so gedacht, dass bestimmte Gemeinden wöchentlich an vorher festgesetzten Tagen eine bestimmte Stückzahl an Vieh in Kutno auftreiben sollten, aus denen die mit Monopolrecht ausgestattete Firma sich dann die geeigneten Stücke auszusuchen hatte. Ich wies sofort darauf hin, dass ein derartiges Verfahren von vornherein zur Aussichtslosigkeit verurteilt sei, da entweder überhaupt nicht oder nur ganz minderwertiges Vieh angetrieben werden würde. Meine Vorschläge wegen Durchführung des Zwangseinkaufs, wie sie in der obigen Bekanntmachung vom 31. Januar 1916 niedergelegt sind, sind dann auch angenommen worden. *Der Einkauf ist später sogar lediglich durch Militärpersonen*, sehr oft durch Gendarmen, die von Beruf Fleischer oder Landwirte waren, *vorgenommen worden*, weil die einheimischen Aufkäufer (nur Juden) sich regelmässig nach sehr kurzer Zeit als unzuverlässig erwiesen, die wohlhabenden Bauern und Besitzer, welche die nötigen Rubel springen liessen, ungeschoren liessen, dafür dem armen Bauer aber rücksichtslos die beste oder einzige Kuh aus dem Stalle holten.

Erregte der angekündigte Zwangsviehkauf an sich schon Missstimmung unter der Bevölkerung, so wuchs diese zur Erbitterung an, als man erkannte, dass die amtlich bewilligten Preise zum Teil weit hinter den am 14. Dezember 1915 veröffentlichten Höchstpreisen zurückblieben, wie nachstehende kleine Zusammenstellung erkennen lässt.

	Höchstpreise vom 31. 1. 16	Höchstpreise vom 14. 12. 15
Rindvieh	28—32 M.	30—36—40,50 M. je poln. Ztr.
Kälber (männliche) . . .	30—35 „	40,50—45—51 „ „ „ „
Hammel	28—32 „	30—33—36 „ „ „ „
Schweine	55—60 „	51—60—69 „ „ „ „

Die für das ganze Generalgouvernement in *gleicher Höhe* festgesetzten Preise hinkten also in den meisten Kreisen hinter den Preisen hinterher, wie sie sich im freien Verkehr allmählich herausgebildet hatten und wie sie, wie in Kutno, behördlich bereits als der Marktlage entsprechend durch Normierung zu Höchstpreisen anerkannt waren, zum Teil aber schraubten

sie in einigen weitab vom Verkehr gelegenen Kreisen die Preise unvermittelt in die Höhe, zeitigten also in beiden Fällen ungesunde Verhältnisse.

Namentlich stiess die Viehabnahme in den Kreisen, in welchen höhere Preise amtlich bereits festgelegt waren, auf grosse Schwierigkeiten und *oft genug musste das zwar aufgekaufte, aber nicht vorgeführte Vieh zwangsweise beigetrieben werden.*

Die Produzenten suchten naturgemäss den Verlust, den sie durch die vergleichsweise billige Abgabe des Viehs an die Monnopolfirma erlitten, durch höhere Preisforderung für den Lokalbedarf wieder einzuholen. Die einheimischen Fleischer waren daher auch gezwungen, wenn sie überhaupt Vieh bekommen wollten, höhere Preise zu bewilligen und die amtlich festgesetzten Preise, die auch für den Handel im Lokalviehbedarf Geltung haben sollten, erheblich zu überschreiten.

Eine schleunige Monopolisierung des gesamten Viehhandels und Fleischverkaufs sowie eine Herabsetzung der Gerstenpreise hätte in diesem Stadium der Entwicklung noch bessernd eingreifen können. Da nichts von alledem geschah, blühte der Schleichhandel mit Vieh sehr schnell auf und die verbotenen Schlachtungen nahmen in erschreckendem Mafse zu. Die Preise stiegen im Viehhandel und Fleischverkauf andauernd und ebenso regelmässig hinkten die von Zeit zu Zeit erhöhten amtlichen Preise für den Zwangsviehkauf hinterher.

Als dann schliesslich in einigen Kreisen mit Genehmigung der Zentralbehörde das Vieh- und Fleischmonopol auch für den Lokalbedarf eingeführt wurde, war es bereits zu spät und konnte auch nicht funktionieren, da eine generelle Regelung für den ganzen Verwaltungsbezirk nicht erfolgte und zur Bekämpfung des Schmuggels an den Kreisgrenzen weder Geldmittel noch Hilfskräfte in ausreichendem Mafse zur Verfügung standen. Die Entwicklung nahm infolgedessen auch den Verlauf, dass im November 1918 die Preise sich stellten für:

	Nach behördlicher Taxe	Im freien Handel
	in Mark je polnischen Zentner (41 *kg*)	
Rindvieh auf etwa	60— 70	130— 150
Kälber „ „	55— 65	120— 140
Schafe „ „	50— 60	150— 220
Schweine „ „	80—100	500— 600
Milchkühe „ „ (je Stück)	240—360	2000—3000

d) Zucker- und Kohlenmonopol.

So plan- und systemlos man die öffentliche Bewirtschaftung des Brotgetreides und der Viehversorgung in die Hand genommen hatte, so folgerichtig ging man bei der Versorgung der Bevölkerung mit Kohle und Zucker vor.

Auch hier hatte sich schon sehr frühzeitig eine wilde Spekulation des Handels bemächtigt, so dass die öffentliche Bewirtschaftung im Allgemeininteresse dringend geboten erschien.

Es wurde die Kohlenzentrale beim Verwaltungschef in Warschau eingerichtet, durch deren Vermittlung allein Kohlen aus dem Dombrowaer Becken bezogen werden konnten. Die Bestellungen von und für Privatpersonen gingen sämtlich über das zuständige Kreisamt, so dass dieses jederzeit in der Lage war, eine eingehende Kontrolle auszuüben und eine gerechte Verteilung vorzunehmen.

Soweit mir bekannt geworden ist, sind dann in allen Kreisen mässige Zuschläge zu den Kohlenpreisen für Kreiskommunalzwecke erhoben worden, deren Höhe im übrigen durch generelle Bestimmungen von der Zentralstelle aus geregelt war.

Trotz der Zuschläge, welche durch den Staat und Kreis und unter Umständen noch durch einzelne Stadtverwaltungen erhoben wurden, konnten die Kohlen den Abnehmern weit billiger geliefert werden, als das jemals bei freier Konkurrenz und dem sehr beschränkten Angebot möglich gewesen wäre.

Die Beschlagnahme der Zuckerbestände in den Fabriken und bei Händlern war durch die Lokalinstanzen schon sehr zeitig erfolgt, durch die Zentralbehörde wurde die öffentliche Bewirtschaftung im Dezember 1915 angeordnet, die örtliche Unterverteilung des dem Kreiskommunalverbande zugewiesenen Jahresquantums blieb eigenem Ermessen überlassen.

Sie wurde im Kreise Kutno nach dem Kartensystem durchgeführt. Auf der Brotkarte wurden für die Folge besondere Abschnitte für die jeweiligen Zuckeranteile vorgesehen. Diese waren für die städtische Bevölkerung mit Rücksicht auf den reichlicheren Theekonsum in dieser Bevölkerungsschicht grösser bemessen als für den ländlichen Teil der Bevölkerung. Das auf den Kopf der Bevölkerung entfallende Quantum war äusserst klein und überstieg in den günstigsten Zeiten nicht 300 *g* je Kopf und Monat. Es wäre noch weit geringer ausgefallen, wenn nicht noch erhebliche Restbestände aus der Rübenkampagne 1913/14 vorhanden gewesen und die zahlreichen Fabriken des Kutnoer Landes nicht entgegen dem ausdrücklichen Befehl der Zivilverwaltung in Betrieb gesetzt und die dortigen Rübenbauer zum Anbau in beschränktem Umfange im Frühjahr 1915 gezwungen worden wären.

Der einzige, aber ein sehr schwerwiegender Fehler, der bei der Durchführung der öffentlichen Zuckerbewirtschaftung gemacht worden ist, bestand jedoch darin, dass man den Vertrieb des sog. *ausländischen Zuckers* dem freien Handel überliess. Es trat infolgedessen das ein, worauf im Abschnitt A mit Nachdruck hingewiesen worden ist, dass sehr bald in den einzelnen Kleinverkaufsstellen nur noch „ausländischer Zucker“ zu 5 bis 6 M. das polnische Pfund (410 *g*) zu haben, „Monopolzucker aber immer ausverkauft war.

Als man aber die Verkaufsstellen trennte, war Monopolzucker auch nur schwer und mit Aufschlag zu haben oder es wurde dem Käufer zu

verstehen gegeben, dass zwar Monopolzucker ausverkauft sei, man aber noch einige kleine Bestände von „ausländischem Zucker“ vor den bösen Deutschen gerettet habe.

Da blieb denn nichts anderes übrig, als *städtische Verkaufsstellen einzurichten* und den jüdischen Händlern auch diese letzte Verdienstmöglichkeit noch zu nehmen. Freilich ging es auch in diesen und namentlich den *ländlichen Verteilungsstellen* der Gemeinden nur selten ganz ehrlich, gerecht und objektiv bei der Ausgabe des Zuckers zu. Oft löste eine Organisation die andere ab, ohne dass man bei der allgemeinen Unzuverlässigkeit der eingesessenen Bevölkerung dadurch die Garantie bekam, dass nun jeder Bürger auch den ihm zustehenden Zuckeranteil wirklich erhielt!

e) Andere Verbrauchsmonopole.

Ganz eigenartige Verhältnisse löste die Kriegswirtschaft in dem Seifengeschäft aus. Sämtliche Rohmaterialien für die Seifenfabrikation waren von der Kriegsrohstoffstelle mit Beschlag belegt, die Seifensiedereien geschlossen und unter behördliche Aufsicht gestellt worden.

Die Folge davon war, dass die Preise für Seife aller Art sofort anzogen, die Händler die Seife zurückhielten und speicherten. Wenn damit auch, namentlich bei den weniger guten Qualitäten, ein erheblicher Gewichtsverlust verbunden war, so hoffte man diesen doch durch die zu erwartende Preissteigerung reichlich auszugleichen.

In Kutno bestanden mehrere grosse Seifensiedereien und die Stadt galt schon in Friedenszeiten als Zentralpunkt des Seifenhandels. Hier kreuzten sich alte bekannte Handelsstrassen, hier strömten die Händler aus allen Teilen Polens zusammen, um ihren Bedarf zu decken.

Die Preise schnellten innerhalb zwei bis drei Wochen von 0,40 M. je polnisches Pfund hinauf auf 0,80 M., 1,40 M., 2,80 M., 3,60 M., 5 M., 7,50 M., 9 M. und darüber. Alle Welt handelte — wie seinerzeit in Holland zur Zeit der Tulpenmanie mit Tulpenzwiebeln — mit Seife, selbst wenn er sich das Geld dazu leihen musste.

Oft ging die Ware an einem einzigen Tage in mehrere Hände, ohne ihren Lagerplatz überhaupt zu wechseln. Teilweise ging sie nach auswärts, 40, 50 *km* über Land nach Kolo, Lowicz oder Wloclawek, wurde aber vom Lieferanten nach wenigen Tagen wieder mit Aufgeld zurückgekauft und wieder nach Kutno überführt, lohnte also die Kosten des Hin- und Rücktransportes und brachte ihrem Besitzer noch einen Riesenverdienst.

Dabei handelte es sich um gewöhnliche Waschseife (Kernseife). Die Toilettenseife war noch weit mehr gestiegen!

Eine derartige Preissteigerung musste natürlich die Entstehung von geheimen Seifensiedereien direkt begünstigen. Dass solche entstanden sein mussten, war daraus zu entnehmen, dass die Butter, die bis dahin zu einem vergleichsweise niedrigen Preise erhältlich war, plötzlich vom Markt verschwand. Ihre Verarbeitung zu Seife war inzwischen gewinnbringender geworden.

Da galt es denn, im Interesse der Allgemeinheit einzugreifen. Sämtliche Bestände wurden beschlagnahmt und die Verkäufe jeweils von der Genehmigung des Kreisamtes abhängig gemacht. *Ein Kreisseifenmonopol war die Folge.* Zur vollen Auswirkung konnte es sowohl nach der wirtschaftlichen wie nach der finanziellen Seite erst kommen, als durch die Zentralverwaltungsbehörde ein Seifenmonopol für den gesamten Verwaltungsbezirk eingerichtet wurde, was freilich erst nach Jahr und Tag geschah.

Ähnlich lagen die Verhältnisse im *Salzhandel.* Die an und für sich grossen Vorräte schmolzen, da der Nachschub aus Deutschland immer spärlicher wurde, zusammen. Der Handel lag zudem in den Händen weniger Geschäftsleute, die sehr bald zu speichern begannen und ihre Vorräte durch Zukauf zu vermehren trachteten, ohne gleichzeitig genügende Mengen in den Handel zu geben. Sie hielten also das Angebot künstlich zurück und warfen, erst wenn die Nachfrage immer dringlicher wurde, kleinere Posten auf den Markt, um deren Besitz sofort ein Wettlauf zwischen den Klein- und den grösseren Zwischenhändlern begann. Eine weitere Preissteigerung war die Folge.

So hatte sich in verhältnismässig kurzer Zeit ein Privat-Salzmonopol herauszubilden begonnen, das im Interesse der Gesamtheit beseitigt werden musste.

Die vorhandenen Bestände wurden daher beschlagnahmt und ihren Besitzern derart enteignet, dass ihnen noch ein angemessener Verdienst blieb. Dann wurde Bezug, Vertrieb und Verteilung des Salzes in öffentliche Bewirtschaftung genommen und, wie für die Seife, das Kartensystem eingeführt.

Auch hier wurde wieder auf das Privatkapital zurückgegriffen und möglichst an dem Prinzip festgehalten, alle Geschäftsleute, die nachweislich vor dem Kriege sich mit dem Salzhandel, sei es im Gross-, sei es im Kleinverkauf, befasst hatten, heranzuziehen und sie anteilmässig an dem Gewinn des Monopols zu beteiligen.

Die Organisation wurde in der Weise durchgeführt, dass die vorhandenen Grosshandelsfirmen ein Einfuhrkonsortium bilden und bei der Bestellung von einer oder mehreren Wagenladungen den Kaufpreis zuzüglich 50 M. Aufschlag je Tonne bei der Wirtschaftskasse des Kreisamtes hinterlegen mussten.

Sie hatten den sogenannten Zwischenhändlern (lokalen Grosshändlern) das Salz in den einzelnen Städten und Flecken zu einem bestimmten Preis frei Ort zu liefern. Bei diesen hatten dann wieder die örtlichen Kleinhändlern und ländlichen Verkaufsstellen ihren Bedarf zu decken. So wurde jedem alten Salzhändler ein zwar bescheidener, aber sicherer Verdienst verbürgt, die grosse Schar der Verbraucher vor Übervorteilung geschützt und erreicht, dass das Salz nicht nur zu einem relativ niedrigen Preise geliefert wurde, sondern auch der Allgemeinheit in der Monopolabgabe von 50 M. je Tonne nicht unerhebliche Geldmittel für sanitäre Zwecke und Armenunterstützungen zugeführt werden konnten, die sonst in die Taschen weniger Kapitalisten geflossen wären!

IV. Schlussbemerkungen.

In den vorhergegangenen Abschnitten ist versucht worden, in ganz grossen Zügen ein Bild von der wirtschaftlichen Tätigkeit der deutschen Besatzungsbehörden in Polen während des Weltkrieges zu entwerfen, eine Art „Stimmungsbild" zur Kriegsernährungswirtschaft zu malen.

Es konnte dieses Bild, sollte es sich nicht zu einem umfangreichen Gemälde auswachsen, nur in einem engen Rahmen gehalten werden, es konnte immer nur einen „Abschnitt" der Kriegsernährungswirtschaft zur Darstellung bringen.

Dass dieser Abschnitt aus dem eigenen Tätigkeitsbereich entnommen wurde, wird man verständlich finden.

Ich habe mich bemüht, die geschaffenen Organisationen sachlich zu schildern, ohne an offensichtlichen Mängeln der Zentralorganisation kritiklos vorbeizugehen. Wenn die wissenschaftliche Begründung für eine Reihe von Massnahmen nicht immer gegeben wurde, so ist sie mit Rücksicht auf Raum- und Papiermangel und die im ersten Teil dieser Arbeit ausführlich behandelten „Theoretischen Grundlagen" unterblieben.

Um schliesslich den Hintergrund für das kriegswirtschaftliche Stimmungsbild zu schaffen, ist dieser Studie ein Abschnitt B [1]) über die Bevölkerungs- und Grundbesitzverteilung in Polen mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im Landkreis Kutno-Gostynin beigegeben worden.

Benutzte Literatur.

Beiträge zur Kriegswirtschaft, Heft 1, 4—9. Hobbing-Berlin 1916.
AEREBOE, Landwirtschaftliche Betriebslehre. Parey-Berlin.
ZECHLIN, Die Bevölkerungs- und Grundbesitzverteilung im Zartum Polen. Berlin 1916.
GRABOWSKI, EDUARD, Städtische Anhäufungen im Königreich Polen (poln.).
WIERCINSKI, H., Protestanten und Deutche im Königreich Polen (poln.).

---

[1]) Siehe Seite 386 dieser Arbeit.

Die Landwirtschaft Polens.

Von

G. Buetz.

Mit dem Verluste hauptsächlichster Teile der deutschen östlichen Agrarländer ist Deutschland in eine noch stärkere Abhängigkeit von der Einfuhr ausländischer Nahrungsmittel geraten. Bisher war Russland neben den Vereinigten Staaten von Amerika unser Einkaufsmarkt für Massenlebensmittel. Infolge der politischen Zustände wie der wirtschaftlichen Zerrüttung, ist Russland heute in noch nicht bestimmbarer Zeit ein unberechenbarer Verkäufer. Russland, selbst in schweren Nahrungsmittelsorgen, wird uns nicht den entferntesten Teil dessen an Nahrungsmitteln liefern, was wir gebrauchen. Die Folge hiervon ist, dass wir auf unsern jetzigen nächsten Nachbar, also auf Polen, angewiesen sind Wir haben demnach jetzt ein wesentliches Interesse an dem Stande der polnischen Agrarkultur. Da die Agrarverhältnisse des deutschen Landteiles, das zur Zeit Polen ausgeliefert wird, genügend bekannt sind, handelt es sich um eine Darlegung der landwirtschaftlichen Verhältnisse Kongresspolens, wie jene ehemals russischen Teile sich benannten.

Die Agrarkultur eines Landes ist abhängig von seiner Bodengestaltung, seinem Klima, dem Bildungsstande seiner Landbevölkerung, der Besitzverteilung des Landes, den Preisen der Agrargüter. Für das ehemalige Kongresspolen lässt sich nun folgendes feststellen. Die Oberflächengestaltung Polens ist an sich einer Agrarkultur ungemein günstig, denn Polen ist ein im monotonen Landschaftsbilde dahingestrecktes Flachland, das nur in seinem südlichen Teile in ein Hügelland übergeht. Polens Erde teilt sich in die im Norden von Suwalki nach Plonsk hinziehende polnisch-baltische Plattenlandschaft mit teilweise hügeligem Charakter, in die polnische Niederung welche über Kutnow, Warschau, Lukow und Radom, ost- und westwärts der Weichsel gelegen, sich in breiter Linie nach Süden zieht. Das im Süden angeschlossene polnische Berg- und Hügelland zerfällt in das östliche Lubliner Hügelland, in das westlich der Weichsel liegende polnische Mittelgebirge, in die ganz dem Westen zugeschobene Nida Kreidemulde und die Polnische Jura, der Fortsetzung des oberschlesischen Randhügellandes. Das polnische Mittelgebirge dehnt sich vom Weichselknie bei Sandomierz bis nahe zur Pilica. Mittelgebirge und Lubliner Hügelland werden von dem Talschnitte des Weichseldurchbruches getrennt. Das Lubliner Hügelland stellt ein langsam ansteigendes Plateau dar, das 180—300 *m* Höhe erreicht. Das Verhältnis

von bergigem und hügeligem Lande zu dem Flachlande stellt sich in Polen wie 3 zu 1.

Das Klima Polens wird beherrscht von seiner geographischen Lage. Polen bildet den Mittler zwischen östlichem und westlichem Klima im allgemeinen. Das polnische Klima selbst aber hat seine ausgesprochene Eigenart. Seiner Lage nach hat Polen zwar das Landklima der östlichen Ebene mit seinen extremen Schwankungen, die Gruppierung zwischen den Karpathen einerseits und dem baltischen Meeresstreifen andererseits aber schafft Polen im Süden ein Höhenklima und im Norden ein Seeklima. Dieser Umstand schafft Polen ein ausgesprochenes Übergangsklima mit der Eigenart einer höheren Wärmetemperatur den Mitteltemperaturen der gleichen Breitengrade gegenüber. Die Normaltemperatur Kongresspolens ist im 53° n. Br. im Jahre beispielsweise 6,8° gegen 3,8° und im 50° n. Br. 7,9° gegen 5,3°. Der Gang der Temperaturen ist derjenige, dass kalten Wintern eine hohe Erwärmung gegenübersteht, so dass die Bestellungszeit und die Erntezeit einander rasch folgen. Die Verteilung von austrocknenden Winden und Feuchtigkeit spendenden Niederschlägen ist im Durchschnitt günstig. Mittelpolen leidet unter starken Nordwinden, verfügt aber ebenso über ausgeprägte Südwinde. In Warschau und Königsberg stehen die Nordwinde 10 zu 6, die Ostwinde 8 zu 12, die Südwinde 12 zu 6 und die Westwinde 16 zu 20. Die Niederschläge bringen ihre Feuchtigkeit in Form von Regen und Schnee. Im Gouvernement Warschau geschehen 18 % aller Niederschläge in Form von Schnee, im Norden rund 25 %. Die meisten Regenniederschläge fallen in den Juli und zwar tritt die starke Regenperiode an der Südgrenze Anfang Juli und an der Nordgrenze Ende Juli ein. Die grössten Niederschlagmengen, auf das Jahr verteilt, erhält das polnische Mittelgebirge. Die regenärmsten Gebiete sind das Weichseltal bei Kalisch, die Gegenden am mittleren Bug und die Weichselniederungen. Hier ist mit einer normalen Niederschlagsmenge von 500 *mm* gegen 800 *mm* im Mittelgebirge zu rechnen. Die Dauer der Schneefälle berechnet sich im Durchschnitt an der Westgrenze auf 170 Tage, an der Nordostgrenze auf 150 Tage. An der Ostgrenze pflegt das mittlere Datum des Schneefalles der 25. Oktober zu sein, an der Westgrenze der 6. November. Der letzte Schneefall pflegt am 23.—30. April einzutreten.

Die Fruchtbarkeit des Bodens ist so verteilt, dass der fruchtbarste Boden im Süden im Gebiete der Lösszone liegt, fruchtbares Land ist der Westen längs der beiden grossen „Urstromtäler". Kalisch hat minder guten Boden, Sandboden ist jener im Gouvernement Lomza und Suwalki. Die Sandböden Mittelpolens gewinnen teilweise eine derartige Ausdehnung, dass durch Treibwind entstandene Sanddünen keine Seltenheit sind. So häufig wie die Sandstrecken sind die Sumpfböden. In den Niederungen finden sich Moore, welche sich meilenweit hinziehen, so dass in ganzen Gegenden dürrer Sandboden, kümmerlich mit Kiefern, Wachholder und Heidekraut bestanden, mit Moorgelände abwechselt. Die an sich vorherrschende Fruchtbarkeit des polnischen Bodens wird beeinträchtigt durch

die Waldarmut des Landes und die wasserbautechnischen Zustände. Polen, einst das ausgesprochene Waldland, zu dem es seiner Lage und seinem Klima nach bestimmt war, ist heute ein waldarmes Land. Um die Mitte des 18. Jahrhunderts gab man den Waldbestand Polens auf $^2/_3$ der Landfläche an. 1866 wurde der Bestand auf 33 %, 1893 auf 23 % und 1912 auf 20 % der Landfläche geschätzt. Der Krieg hat den Waldbestand noch besonders getroffen. Der heutige Waldbestand Polens ist, allerdings nach unverbindlicher Schätzung, auf 10 % angegeben. Infolge des so ziemlich gänzlichen Fehlens aller Flussregulierungen ist in Polen ein grosser Teil fruchtbaren Landes in Flusswiesen verwandelt, die teilweise ganz überschwemmt sind oder deren Heuernte keineswegs gesichert ist. Die grossen Versumpfungen, die schon bei kleinen Flussläufen meilenweit das Land unbestellbar machen, sind ebenfalls ein Ergebnis der ehemaligen grossrussischen Sorge um die Wasserverhältnisse Polens. Eine noch weit schlimmere Wirkung als jene Entziehung des Bodens der agrarischen Nutzung ist die durch die schlechten Vorflutverhältnisse eintretende dauernde Übernässung der Felder durch Grundwasser. Dieser stauenden Nässe der Felder wird nur selten durch Drainage entgegenwirkt. Die polnische Landwirtschaft ist zu einer Drainage nicht fähig. Die Gründe hierfür liegen, abgesehen von dem ganzen Kapitalzustand des agrarischen Polens, in der Verteilung des Besitzverhältnisses des polnischen Bodens.

Die landwirtschaftliche Produktion Polens vollzieht sich auf der Basis des kleinbäuerlichen Betriebes, und zwar einer für die westlichen Verhältnisse stark übersiedelten Bauernwirtschaft. Polen bildet heute noch ein reines Agrarland; von einer Bevölkerung von 13156000 Personen (1913) lebten über 65 % der Bevölkerung nach der Angabe des Warschauer statistischen Komitees auf dem Lande. Bei dieser starken Landbesiedelung kommen hinsichtlich des Bodenbesitzes 57 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche auf den *Klein*besitz, und zwar einen Kleinbesitz, dessen durchschnittliche Bauernstelle eine Ausdehnung von 5,7 *ha* einnimmt. Infolge der starken Bevölkerungsvermehrung — in Polen lebten 1816 2,17, 1871 6,19 und 1897 9,40 Millionen Menschen — bei keinem nennenswerten agrarischen Aufschluss des Landes haben sich die Landanteile erheblich verkleinert. Ein Anwachsen des Bauernstandes geschah nicht durch die Mehrgewinnung von Landanteilen aus neuem Boden, sondern durch die Verminderung des Grossbesitzes. Mendel gibt an, dass die kleinbäuerlich besiedelte Fläche im Jahre 1873 rund 4,60 Millionen Desjätinen mit 656000 Betrieben und 1904 rund 6,16 Millionen mit rund 1 Millionen Betrieben ausmachte. Als im Grossbetriebe bewirtschaftet, werden nur 35 % des Landes angegeben. Dieser Grossbesitz ist seinerseits wiederum kein Latifundienbesitz. Die durchschnittliche Grösse der Güter macht rund 1920 Morgen aus. Güter über 2000 Magdeburger Morgen sind eine Seltenheit. Die Wirtschaften mit Grossbesitz liegen vornehmlich in den westlichen Kreisen Kutno und Grodno. Die bäuerliche Entwicklung in Polen ist keineswegs eine rein natürliche. Ihr ist ein starkes politisches Element beigemischt. Dem

grossrussischen Staate musste daran liegen, den polnischen Grossgrundbesitz als unermüdlichen Träger der polnischen Nationalbewegung zu zerschlagen. In diesem Sinne ist in Polen eine ganz andere Besitzpolitik getrieben worden, als in Russland selbst, wo der Staat kein anderes Interesse kannte als jenes, den Grossbesitz als gefällige Stütze des Staates hochzuhalten und zu mehren. Während in Grossrussland der gebundene Landmann, gebunden an den Staat, an den Grossgrundbesitzer, an die Gemeinde, landgängig und arm erhalten blieb, wurde für Kongresspolen die Leibeigenschaft schon 1807 aufgehoben (statt 1864 in Russland), folgte der Staat dem Ziele, dem Bauer vor dem Grundbesitzer sein Recht werden zu lassen. Diese rein politische Tendenz hat der Agrarkultur Polens schwer geschädigt, da es unbedingt für Polen eines Grossbesitzes bedurft hätte, um eine Entwicklung herbeizuführen. Die kurze Zeit der Bestellung im Frühjahr und Herbst — im Frühjahr kurz infolge der schnellen Reife, im Herbste infolge des frühen Schneefalles — benötigte einer starken Anwendung von Maschinen. Die Maschinen sind in Polen teuer, weil man im Lande selbst nur in Warschau eine Maschinenindustrie besass, welche zudem landwirtschaftliche Maschinen noch wenig herstellte. Zu einer agrarischen Maschinenkultur ist nur finanziell und geistig in Polen der Grossbesitz fähig. Der Grossbesitz hätte es erreicht, was die STOLYPINsche Reform — welche bezeichnenderweise statt im Jahre 1906 erst im Jahre 1910 in Polen Rechtskraft gewann — bezweckte, nämlich die Zusammenlegung der Feldmarken. Auch Polen kennt die handtuchschmalen Feldstreifen der grossrussischen Bauernwirtschaft, welche jede rationelle Bewirtschaftung ausschliessen. Ein Grossbesitz hätte diesem Zustande automatisch ein Ende bereitet. Vor allem würde bei einer Mehrung des Grossbesitzes das in Polen noch so verbreitete Unwesen der Servituten ein Ende erreicht haben, in dem Umfange, in welchem der Grossbesitz stieg. Die Weiderechte, die mit dem Walde verbundenen Servitutrechte der Bauern, bilden eine schwere agrarische Schädigung für Polen. Wenn nun auch durch die Bestimmung von 1864 jene auf dem Grossbesitze lastenden Servitutrechte abgelöst werden sollten, so sorgte doch die russische Regierung dafür, dass die Ablösung in schleppender Weise vor sich ging. Nach ESDEN-SEMPSKI waren im Jahre 1912 noch 2711 Güter in Polen vorhanden, an denen 99844 Bauernstellen Servitutsrechte besassen. Den Umfang dieser Rechte und ihre sich aus ihnen ergebenden Schädigungen zeigt eine Aufstellung, die der gleichen Quelle entnommen ist. Aus den Waldungen konnten entnommen werden: 1,39 Millionen Fuhren Brennholz, 172215 Stücke Rundholz, 694526 Bündel Dürrholz, 77849 Fuhren Stubbenholz, 61134 Stämme, 46857 *cbm* Brennholz usw. Ausser den auf Triften weidenden Tieren besassen ein Weiderecht auf Gutsfeldern 56487 Rinder, 38629 Schafe, 13302 Pferde, 8085 Schweine. Ein ebenso ausgedehntes Weiderecht besteht für Wiesen und Wälder. Dass eine rationelle Waldwirtschaft, gepflegte Wiesen und Weiden hierbei nicht bestehen können, bedarf keiner Darlegung.

Der ziffernmässig schwache Anteil des Grossgrundbesitzes in Posen wird dadurch noch verstärkt, dass der Grossgrundbesitz in seiner Leistungskraft von einer ungewöhnlichen Verschiedenheit ist. Neben einem modern betriebenen Gute liegt die sprichwörtliche polnische Wirtschaft. Im allgemeinen wird diese Verschiedenheit der Leistungsfähigkeit auf die mangelhafte Ausbildung des polnischen Grossbesitzers zurückgeführt. Für die Schaffung einer landwirtschaftlichen Fachbildung hatte die russische Regierung allerdings so gut wie garnicht gesorgt. Die landwirtschaftliche Hochschule von Pulawy war ein rein russisches Institut, das sich, genau dem Prinzipe Grossrusslands folgend, die Aufgabe setzte, möglichst wenig für eine Ausbildung der polnischen Grossbesitzer zu leisten. Die mit privaten Mitteln gegründete landwirtschaftliche Hochschule in Warschau war zu jungen Datums, um schon einen Nutzen aufweisen zu können. Die Ungleichheit der Betriebe innerhalb des Grossbesitzes muss aber mit auf die Kreditverhältnisse des Handels, auf die Folgen der Servitusrechte der Bauern, die Verkehrsverhältnisse des Gebietes und die Preispolitik zurückgeführt werden, welche Russland Polen gegenüber betrieb. Auch der den Besitzern zur Verfügung stehende Arbeiterstamm ist zu berücksichtigen. Im allgemeinen ist der Bildungsgrad der unbemittelten Bevölkerung Polens ein sehr tiefstehender. Für Schulen sorgte Grossrussland in aller Absicht wenig, die schlechten Verkehrsverhältnisse, die wenigen und weit entlegenen grösseren Städte hielten einen auf natürlichem Wege durch Anpassung entstehenden Bildungsaufschwung zurück. Verstärkend hinzu tritt das slavische Trägheitsmoment, die Genügsamkeit der Menschen unentwickelter Natur. An dem Alten beharrend, dem Neuen verständnislos gegenüberstehend, ist eine moderne Grosskultur nicht zu entwickeln. Diejenigen Güter, welche in der Nähe von kulturaufschliessenden Städten liegen, haben den grossen Vorteil einer entwickelteren Arbeiterschaft. Zu Mustergütern konnten sich solche Betriebe entwickeln, welche über eine Arbeiterschaft verfügen, die dem sog. Sachsengängertum angehört haben. Hier handelt es sich um Leute, welche vornehmlich als Saisonarbeiter in der deutschen Landwirtschaft gearbeitet hatten und mit einer modernen Maschinenkultur vertraut waren. Diese Leute arbeiten aber zu ganz anderen Löhnen, als die heimischen Arbeiter. Ein grösserer Teil der polnischen Besitzer ist und war einfach nicht in der Lage, jene hier geforderten Löhne bezahlen zu können, denn die Einnahmequellen eines polnischen Besitzers konnten sich mit jenen des deutschen Besitzers auch im Frieden in keiner Weise vergleichen. Es ist die Politik Russlands gewesen, die polnische Landwirtschaft durch eine künstliche Preispolitik zu ruinieren. Diesmal entschieden hierbei in erster Linie wirtschaftliche Interessen. Polen ist im Mittelalter bereits als eine Kornkammer genannt worden. Wenn auch die Angaben über die Kornexporte Polens nach Danzig übertrieben worden sind, so ist Polen bis in die siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts hinein noch ein Ausfuhrland für Agrarprodukte gewesen. Seit den 40iger Jahren ist Polen ein Einfuhrland für Agrarprodukte. Korn wie Vieh. Also die entschiedensten agrarischen Massen-

produkte mussten eingeführt werden. Grossrussland hat mit dem Brustton der Überzeugung behauptet, die Industrialisierung Polens habe jenen Zustand hervorgerufen. In welchem Mafsstabe Polen industrialisiert ist, beweist zur Genüge eine landwirtschaftliche Bevölkerung zu 68 %. In Wirklichkeit ist die Preisbewegung der entscheidende Faktor der polnischen Agrarnot, denn von einer Agrarnot innerhalb des Gross- wie Kleinbesitzes konnte uneingeschränkt gesprochen werden, wenn auch der polnische Bauer, wie beispielsweise Herkner es hervorhebt, besser gestellt war und eine günstigerere Entwicklung zeigte, als der grossrussische Bauer. Russland hat Polen zu seinem agrarischen Einfuhrland gemacht. Ungeachtet seiner dauernden Hungersnöte ist Grossrussland seiner Ansicht nach im Interesse der grossrussischen Finanzen gezwungen gewesen, ständig vermehrt Getreide auszuführen. So brauchte man den polnischen Abnehmer. Russland führte eine Tarifpolitik ein, welche die Einfuhr gewisser Massengüter von Russland nach Polen um das Doppelte verbilligte als umgekehrt. Polen, ohne eigene Zollgrenzen, musste sich die Überschwemmung billiger Agrargüter gefallen lassen. Bei selbst gehemmtem Absatz hatte man Preise, welche keine Aufwendungen zuliessen, wenigstens für einen auf Verdienst eingestellten Geldbeutel nicht. Um einen Einblick von den russischen Massensendungen an Polen zu erlangen, sei als Stichprobe angegeben, dass Russland nach Polen „mehr“ einführte, im Jahre 1907—10 nach Lewy 9,10 Millionen Pud Weizenmehl, 5,42 Millionen Pud Hafer, 2,33 Millionen Pud Grütze, 2,14 Millionen Pud Roggen und 0,23 Millionen Pud Roggenmehl. Ausser dieser russischen Einfuhr hatte Polen noch seit dem deutschen System der Einfuhrscheine eine recht beträchtliche Einfuhr von deutschem Weizen. Diese Einfuhr erlangte eine Bedeutung natürlich nur insoweit, als sie das reichliche Quantum der russischen Einfuhr noch vermehrte. Infolgedessen hat Polen seine Preise nicht heben können. Wenn Grossrussland mit einer schönen Gerste nachwies, dass die Preise Polens sich höherer stellten als jene Grossrusslands, so kann demgegenüber nur als Richtigstellung bemerkt werden, dass beide Preislagen nicht miteinander zu vergleichen sind. Russland hat eine Agrarwirtschaft, die auf einer Naturalwirtschaft zu einem grossen Teile beruht. Die Löhne und sonstigen Aufwandskosten der Produktion sind in Russland bei weitem geringer, als die nach dem Westen orientierten Polens. In Grossrussland herrschte der vom Staate allenthalben gestützte Grossgrundbesitz, der für den Export arbeitete; in Polen kämpfte ein geringer Grossbesitz ständig gegen einen von dem Staate in politischen Interessen geschützten Bauernbesitz an. Dass bei den polnischen Agrarpreisen nicht viel zu verdienen war, zeigten die Preistabellen, welche das statistische Jahrbuch für Polen bringt. Hiernach wurden gezahlt im Jahre 1912 in Kongresspolen und in Russland für einen Zentner Roggen (3 Pud) 0,94 Rubel (0,96). Für Roggen war der Preis in Russland also höher als in Kongresspolen! Für einen Zentner Weizen 1,26 Rubel (1,16), für einen Zentner Hafer 0,98 (0,89), für einen Zentner Gerste 1,07 (0,96). Für ein Pferd wurden gezahlt 102,5 (73), für einen Arbeitsochsen 95 (81),

für einen Mastochsen 109 (76) und für eine Kuh 72 (55) Rubel. Insbesondere die Viehpreise lassen erkennen, dass auf ihrer Basis eine intensive Viehwirtschaft sich nicht aufbauen liess. Wie denn nach der ganzen Lage der Dinge die Landwirtschaft Polens mit wenigen Ausnahmen als vollkommen extensiv berechnet werden muss. Dieser extensive Charakter der polnischen Landwirtschaft wird noch verstärkt durch zwei wesentliche Momente. Einmal durch die relative Übervölkerung des Landes, zum anderen durch die jeder modernen Kultur wiedersprechenden Verkehrsverhältnisse. Die Bevölkerungsdichte zwingt das Land, dessen produktive Kräfte nicht erschlossen wurden, zu einer starken Abwanderung infolge von Arbeitslosigkeit. Im Jahre 1904 bereits ergab eine Zählung eine Arbeitslosigkeit von rund 700000 Personen, die auf Saisonarbeit abwandernden Personen sind in den letzten 20 Friedensjahren auf rund 150000 Personen jährlich geschätzt worden. Auf eine Wirtschaft von 5 *ha* Landes sind im Frieden etwa 8 Personen gekommen. Diese Kopfzahl war nicht durch den Boden zu ernähren, insbesondere nicht auf den geringen Boden im Osten, in den Kreisen Lukow und Siedlec und im Süden in den Sandflächen von Lodz, Brzeziny, Rawa und Czenstochau. So gab Polen jahraus jahrein seine jungen und besten Kräfte nach dem Auslande ab, um sie im Winter zum Durchfüttern zurück zu erhalten. Die mangelhaften Verkehrswege zwangen den Bauern zu einer reinen Hauswirtschaft. Der Konsum gab der Produktion die Wegrichtung, das heisst, man bestellte so viel, wie man nötig hatte, um seine Familie satt zu machen, die Steuern zahlen zu können und die Geräte zu beschaffen. Im wesentlichen, in den abgelegenen Gegenden also das Wiederspiel grossrussischer Bauernproduktion. Und die abgelegenen Gegenden sind diejenigen, welche vorherrschen. In Kongresspolen kamen vor dem Kriege auf 100000 Einwohner 23,3 *km* Eisenbahnen, denn Kongresspolen besass nur 2796 *km* Eisenbahnen. Die Landstrassen sind an sich der Zahl nach ungenügend, ausserdem zweimal im Jahre, nämlich zu der Zeit der Schneeschmelze und zur Zeit der herbstlichen Regen, nicht benutzbar. Eine Schotterung der Strassen ist an sich eine Seltenheit, die Strassen werden gegen die Strassen in Westeuropa in einem ganz anderen Umfange benutzt, so dass der Zustand der Strassen auch im normalen Falle ein für den westlichen Europäer unbeschreiblicher ist. Der natürliche Austausch infolge fremder Nachfrage, der die Produktion so überaus belebt, entfällt also bisher vollkommen.

Die Produktionsverhältnisse Polens sind die nachfolgenden. Die Weichsel teilt Polen in zwei vollkommen voneinander geschiedene Teile. Bis zu der Weichsel, kann man sagen, reicht Mitteleuropa, zwischen Weichsel und Bug beginnt Osteuropa. Der nordöstliche Teil Polens bildet das reine Ackerbauland, das südwestliche Gebiet ist zur guten Hälfte Industrieland neben dem Ackerbauland. Der bebaute und sonst landwirtschaftlich benutzte Boden wurde für das Jahr 1909 von Esden-Sempski in folgender Weise für Magdeburger Morgen angegeben. Es kamen auf Ackerland 25000000, Forsten 8000000, Unland 1800000, Wiesen 3500000 und Weiden 3000000 Morgen.

Innerhalb der reinen Ackerbaukultur ist die vornehmlichste Anbaufrucht der Roggen, ihm nahe steht die Kartoffel, danach folgen Hafer, Weizen und Zuckerrüben. In einem augenscheinlichen Rückgange begriffen war infolge der Überschwemmung mit russischem Weizenmehl, der Weizenanbau. Gehoben hat sich der Kartoffelanbau und der Anbau der Zuckerrübe.

Nach einer Aufstellung von Fiedler hat Kongresspolen im Jahre 1910 angebaut und erzeugt:

Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Kartoffeln	Zuckerrüben	
568,0 *ha*	2125,9 *ha*	497,8 *ha*	1154,2 *ha*	1044,0 *ha*	58,10 *ha*	in 1000 *ha*
620,0 *t*	2110,0 *t*	479,0 *t*	350,0 *t*	10903,0 *t*	1085,0 *t*	„ 1000 *t*

Der Hauptanbau von Weizen findet in dem ehemaligen Gouvernement Lublin statt; für das Jahr 1910 berechnet wurden angebaut mit Weizen in 1000 *ha* in Lublin 116,02, Warschau 80,53, Kielce 63,91, Plock 51,45, Siedlec 43,04, Radom 35,29, Petrikau 31,90, Lomza 26,54 und Suwalki 26,32, so dass das Gouvernement Suwalki den geringsten Weizenbau hat. Roggen wird am stärksten in dem Gouvernement Warschau angebaut, nämlich 339,3 Millionen Hektar im Jahre 1910 gegen in Kalisch 259,5, Lublin 228,4, Petrikau 266,5, Siedlec 228,1, Radom 189,7, Plock 195,5, Lomza 144,3, Suwalki 155,7 und Lomza 144,3 Millionen Hektar, so dass in Lomza der geringste Roggenanbau stattfindet. Die Hauptanbaugegend für Gerste ist das Gouvernement Lublin mit 94,3 Millionen Hektar Anbau. Angebant wird Gerste in Kielce 76,4, Radom 64,6, Suwalki 45,0, Plock 32,2, Petrikau 50,0, Kalisch 33,2, Warschau 54,4, Siedlec 29,2 und Lomza 10,0 Tausend Hektar, so dass das Gouvernement Lomza den geringsten Gerstenanbau zeigt. Hafer wird am stärksten angebaut im Gouvernement Lublin. Hier wurden 1910 171,6 Tausend Hektar angebaut, in Warschau 159,1, Kalisch 101,8, Petrikau 124,0, Radom 128,0, Suwalki 105,4, Siedlec 131,6, Kielce 91,2, Lomza 75,3 und Plock 67,7 Tausend Hektar, so dass Plock den geringsten Haferanbau hat. Die meisten Kartoffeln werden in dem Gouvernement Warschau angebaut, nämlich 161,4 Tausend Hektar für 1910. Kartoffeln wurden angebaut in Kalisch 113,6, Lublin 112,7, Petrikau 147,0, Plock 146,7, Siedlec 111,4, Radom 97,6, Kielce 94,9, Lomza 70,2 und Suwalki 46,1 Tausend Hektar, so dass im Gouvernement Suwalki die wenigsten Kartoffeln angebaut worden sind. Die Hauptanbaugegend für Zuckerrüben ist das Gouvernement Warschau mit 21,1 Tausend Hektar Anbau. Es folgt das Gouvernement Lublin mit 17,4, Kalisch mit 4,0, Plock mit 6,7, Radom mit 2,8, Siedlec mit 2,5, Lomza mit 1,3, Petrikau mit 0,33 Tausend Hektar Zuckerrübenbestellung. Überhaupt keine Zuckerrüben werden in dem Gouvernement Suwalki angebaut.

Im Durchschnitt der Jahre 1906—1910 wurden in Polen angebaut mit Weizen 5,01, Roggen 20,99, Gerste 0,435, Hafer 1,137, Kartoffeln 1,013 und Zuckerrüben 0,061 Millionen Hektar. Geerntet wurde im Durchschnitt dieser Jahre 0,568 Millionen Tonnen Weizen, 2,014 Mill. Tonnen Roggen, 0,528 Mill. Tonnen Gerste, 0,999 Mill. Tonnen Hafer,

9,726 Mill. Tonnen Kartoffeln und 1,210 Mill. Tonnen Zuckerrüben. Das entspricht etwa Ernteerträgen von rund $5^1/_2$ Mill. *dz* Weizen, 21 Mill. *dz* Roggen, 5 Mill. *dz* Gerste, 10 Mill. *dz* Hafer, 100 Mill. *dz* Kartoffeln und 11 Mill. *dz* Zuckerrüben. Es muss bei diesen Ziffern auffallen, wie gering der Ernteertrag im Verhältnis zu der Anbaufläche ist. Infolge seiner extensiven Wirtschaft hat Kongresspolen allerdings sehr niedere Ernteertragsziffern. Nach ZECHLIN wurden in Polen geerntet pro Hektar in Doppelzentnern für Roggen 12, Hafer 11, Gerste 13, Kartoffeln 106 auf dem Grossbesitz und 11 Roggen, 9 Hafer, 12 Gerste, 100 Kartoffeln auf dem Kleinbesitze. Es muss auffallen, wie geringfügig der Mehrertrag auf den Gutsfeldern sich darstellt. FIEDLER berechnet die Ernteerträge anders. Für 1906—1910 wurden nach ihm geerntet pro Hektar Weizen 11, Roggen 10, Gerste 11 und Hafer 9, dazu Kartoffeln 36 *dz*. Eine Gegenüberstellung mit den Erträgen der Provinz Posen zeigt, dass hier mehr geerntet wurde pro Hektar an Weizen 10, Roggen 7, Gerste 9, Hafer 10, Kartoffeln 53 *dz*, so dass die Ernteerträge in der Provinz Posen sich stellten für Weizen auf 21, Roggen 17, Gerste 20, Hafer 19 und Kartoffeln 149 *dz* pro Hektar. An diesen Ziffern ist ersichtlich, in einem wie extensiven Zustande sich die Landwirtschaft Polens befindet und welche eine Ertragsfähigkeit das ehemalige Kongresspolen haben kann, wenn es zu einer intensiven Landwirtschaftskultur übergeht. Sind doch alle Kenner der polnischen Agrarverhältnisse sich darüber einig, dass Polens Bodenbeschaffenheit bis zur Weichsel und noch darüber hinaus, jener Posens gleichen.

Die Viehzucht ist in Polen in einem vollkommen zerrütteten Zustande. Der Krieg hat hier sein Übriges getan, den Viehstand Polens auf ein Minimum herabzudrücken. Die Angabe von Zahlen erübrigt sich hier, denn sie waren vor dem Kriege vollkommen ungenau und haben infolge des Krieges gar keinen Wert mehr. Polen hat keine Schweinezucht, das heisst der Bestand an Schweinen ist gegenstandslos, Polen hatte einen schwachen Schafbestand, von der ehemals bekannten Schafzucht Polens waren längst nur noch Reste vorhanden, die Rindviehzucht ist mangelhaft. Der schlechte Bestand an Rindvieh ist auf die extensive Wiesenkultur zurückzuführen. Auf die Wasserverhältnisse in Verbindung mit der Wiesen- und Heuwirtschaft ist bereits hingewiesen. In jenen Gegenden, wo die Wiesen weniger durch Grundwasser und Überschwemmungen zu leiden haben, ist eine Melioration der Wiesen, selbst wenn das Geld hierzu vorhanden ist, bisher unzweckmässig gewesen, da alle mit Servitusrechten belegten Wiesen in keinem gepflegten Zustande gehalten werden konnten. Natürliche, gute Weiden besitzt Polen wenige. Die Moorweiden sind für das Vieh gefahrvoll, die Niederungen versaufen, die Heideweiden haben eine nur kümmerliche Sandflora. Die Tiere werden infolge des Futtermangels wenig im Stall gehalten, kommen früh zur Abschlachtung und bringen schlechte Preise. Für die Rindviehzucht kommt noch mit in Betracht, dass eine Milchwirtschaft nur in der Nähe der Städte möglich

ist. Die weiten Entfernungen machen es unmöglich, dass die leicht verderbliche Molkereiware einen guten und rentablen Absatz findet.

Die Waldwirtschaft Polens befindet sich in einem schlechten Zustande. Die Lage der Waldwirtschaft kennzeichnet sich ja daran, dass der Wald bis in den Krieg hinein ständig in rascher Abnahme begriffen war. Der Krieg hat hier überaus störend gewirkt. Eine Waldwirtschaft Polens ist bisher nur in den ehemaligen grossrussischen Staatsforsten betrieben worden. Die Privatforsten haben unter dem Waldnutzungsrechte der Bauern schwer gelitten. Ausserdem ist der Privatwald mit so hohen Kosten belegt worden, dass seine Besitzer gezwungen waren, beziehungsweise gezwungen zu sein glaubten, die Ausholzung in einem viel zu starken Mafsstab vorzunehmen. Polen hat eine Waldfläche von 955349 *ha* im Gouvernement Warschau, hiervon waren 596563 *ha* Privatforsten, also 62,45 % und 24073 *ha* Gemeindeforsten. Nur 28,85 % der Waldfläche war Staats- und Kronforst. Diese Besitzverteilung zeigt schon den schlechten Stand der Forsten hinsichtlich ihrer Bewirtschaftung. Der Waldbestand in Polen erscheint noch umso geringer, als er höchst ungleichmässig über das Land verbreitet ist. Der Wald ist vorwiegend auf den Süden verteilt, Mittelpolen hat den ungünstigsten Waldbestand. Trotz seiner schwachentwickelten Industrie hat Polen nur $^4/_5$ seines Holzbedarfes im eigenen Lande decken können. Auf den agrarwirtschaftlichen Nachteil der Waldarmut Polens ist bereits hingewiesen. Im Waldbestande vorherrschend ist in Polen die Kiefer. Im polnischen Mittelgebirge herrscht die Edeltanne vor, gemischt mit der Lärche und dem Bergahorn. Östlich der Weichsel hört der Buchenbestand auf und dieser Baum Mitteleuropas gibt seine Herrschaft an die Waldbäume Osteuropas, die Weisstanne und die Birke ab. Westlich der Weichsel herrscht unter den Laubbäumen die Weissbuche vor. Mischwälder sind häufiger als in Deutschland. In den Niederungen herrscht die Erlenbuche vor, die in ganz anderen Mengen auftritt als in Westeuropa. In den Tälern sind als Baumarten überwiegend Weiden, Schwarzpappeln und die leuchtende Silberpappel vertreten.

Unter den Agrarindustrien ist in Polen nur die Zuckerindustrie, die Lederindustrie und die Brennereiwirtschaft zu nennen. Eine Mühlenindustrie hatte sich infolge der grossrussischen Mehleinfuhr nicht entwickeln können, einer Konservenindustrie fehlte jede Basis. In einer Anfangsentwickung befand sich in Polen vor dem Kriege die fabrikmässige Herstellung von Kartoffelstärke und Kartoffelflocken. Im Jahre 1910 zählte Polen insgesamt 3032 Anlagen der Agrarindustrie, doch sind hier alle kleinen Betriebe, insbesondere die kleinen, vielverbreiteten Brennereien mitgezählt worden. Es liegt hier wie mit dem Walde. Wald nennt sich unter der statistischen Angabe in Polen Buschwerk und Weidengestrüpp. Die Zuckerindustrie, die einzige Vertreterin der Agrargrossindustrie in Polen, war auf 53 Anlagen gestiegen. Diese zumeist vollkommen modernen, gut arbeitenden Fabriken hatten in der Saison 1913/14, also der letzten Friedenssaison, eine Produktion von 3,30 Millionen Zentner Rohzucker.

Der nicht im Inlande verbrauchte Zucker ging vornehmlich auf den grossrussischen Markt. Die meisten Zuckerfabriken liegen im Gouvernement Warschau und vornehmlich in dem fruchtbaren Rüben bauenden Kreise Kutno. Die Zuckerindustrie, fast ausnahmslos im Kriegsgebiete gelegen, hat hierdurch erheblich gelitten; bei den scharf angezogenen Zuckerpreisen und der allgemeinen Weltnachfrage nach Zucker ist indessen anzunehmen, dass die Zuckerindustrie bald eine der günstig arbeitenden Industrien Polens sein wird.

Die Lederindustrie Polens ist alt eingebürgert und entwickelt. Sie ist in Warschau und in Kalisch zentralisiert. Entwickelt ist vornehmlich die Gerberei. Gegerbt werden Rindshäute und zwar fast ausschliesslich mit Hilfe natürlicher Gerbstoffe, also ohne chemische Mittel. In dem Fabrikbetriebe herrscht die Herstellung von Riemen- und Sohlenleder vor. Nach Dzialas wurden vor dem Kriege in Polen 20 Mill. Kilogramm Sohlenleder verarbeitet und zwar zumeist Rindleder. Es wurde nur 1 Mill. Kilogramm auf anderes Leder berechnet. An Kalbshäuten wurden etwa ebenfalls 1 Million Kilogramm zu Leder verarbeitet. Die Gesamtproduktion der Lederindustrie wurde nach Grabski auf rund 31 Millionen Rubel angegeben. Bei der Schuhindustrie nimmt die Hausindustrie noch eine breite Stelle ein. Infolge der schlechten Viehzucht Polens ist es notwendig gewesen, einen Hauptbestandteil aller Häute einzuführen, desgleichen musste Leder eingeführt werden. Abnehmer für die Lederindustrie war Grossrussland, nahm doch Grossrussland nahezu $^3/_4$ der gesamten Fertigproduktion der Lederindustrie auf.

Die Spiritusindustrie wurde von rund 500 grösseren Kartoffelbrennereien betrieben. Die Brennereien erzeugten im Durchschnitte etwa 2 Millionen Hektoliter Spiritus. Dieser Spiritus ist zu einem Hauptteile dem Alkoholkonsumme zugeführt worden. Entwickelt ist in Polen die Herstellung von guten Likören gewesen. Polen hatte einen Produktionswert von etwa 3 Millionen Rubeln an Likören. Die grösste Fabrikation von Likören fand in Warschau statt. Es konnten in Polen vor dem Kriege rund 100 grössere Likörfabriken gezählt werden. Die Brauereiindustrie hatte sich durchaus als eine moderne Grossindustrie entwickelt. Ihr Produktionswert ist nach Mendel auf rund $18^3/_4$ Millionen Rubel angegeben worden. An Brauereien waren rund 200 vorhanden. — Auf den ungenügenden Stand der Mühlenindustrie ist bereits hingewiesen worden. Die Mühlenindustrie hat sich im Gegensatz zu der Brauereiindustrie ganz in dem Rahmen des Kleinbetriebes gehalten. Der Bedarf einer Ortschaft wurde von den kleinen Mühlen notdürftig gedeckt. Den Namen Industrie verdient dieser Erwerbszweig nur in ganz vereinzelten Fällen. Es wurden in Polen vor dem Kriege rund 6000 Mühlenbetriebe gezählt; der Arbeiterstand, der in diesen Betrieben beschäftigt wurde, aber konnte nur auf 3000 angegeben werden. Das ist eine gute Illustration der hier bestehenden Verhältnisse.

So stellt sich die Landwirtschaft Polens dem heute als vollkommen unter extensiver Kultur stehend dar. Ein Zustand, der nur in zeitlicher Länge zu beseitigen ist. Es kann aber angenommen werden, dass Polen sich verhältnismässig schnell agrarisch entwickeln wird, da die polnische Landwirtschaft durch die eigennützige Politik Grossrusslands in entscheidenden Punkten künstlich gehemmt worden ist. Einen grossen Anreiz zu einer Entwicklung werden die jetzigen Agrarpreise geben. Es lässt sich heute nicht voraussehen, in welchem Mafse die ehemaligen deutschen, agrarisch hoch entwickelten Landteile belebend auf die Agrarwirtschaft Polens einwirken werden, denn zunächst scheint man mit sehr viel Energie eine Schranke zwischen Deutsch-Polen und Russisch-Polen errichten zu wollen. Es wird ebenso von entscheidender Wirkung sein, ob Polen politisch und militärisch ruhigen Zeiten entgegen geht oder nicht. Beharrt Polen dabei, seine jetzt gezogene künstliche Grenze zwischen den deutsch-polnischen Landteilen und dem ehemaligen Kongresspolen aufrecht zu erhalten, dann werden diese deutschen Teile zu einem Ausfuhrgebiete nach Westen vornehmlich für Kartoffeln und Roggen werden. Es ist auch die Annahme durchaus nicht unberechtigt, dass Polen zunächst mehr Agrargüter ausführen wird, als dies statthaft ist, um notwendige industrielle Mittel hineinzubekommen. Auf dem Wege der Kompensation wird sich ja die internationale Wirtschaft Europas noch lange Zeit hinaus entwickeln müssen und als Austauschgut hat Polen neben der von Deutschland in Oberschlesien zwangsweise erworbenen Kohle nur seine Agrargüter. Will die polnische Industrie Anspruch erheben sich zu entwickeln, wird sie keineswegs in der Lage sein, Kohlen abgeben zu können; sie wird aber eine wesentlich gesteigerte Einfuhr nötig haben. Es liegen hier die Verhältnisse so wie in dem zaristischen Russland, das aus Rücksicht auf seine industrielle Entwicklung und seine Finanzlage über die Gebühr hinaus Agrarprodukte ausführen musste. Polen wird kaum umhin können, den gleichen Weg zu beschreiten, so wenig erfreulich nud angebracht er seiner Bevölkerung gegenüber ist.

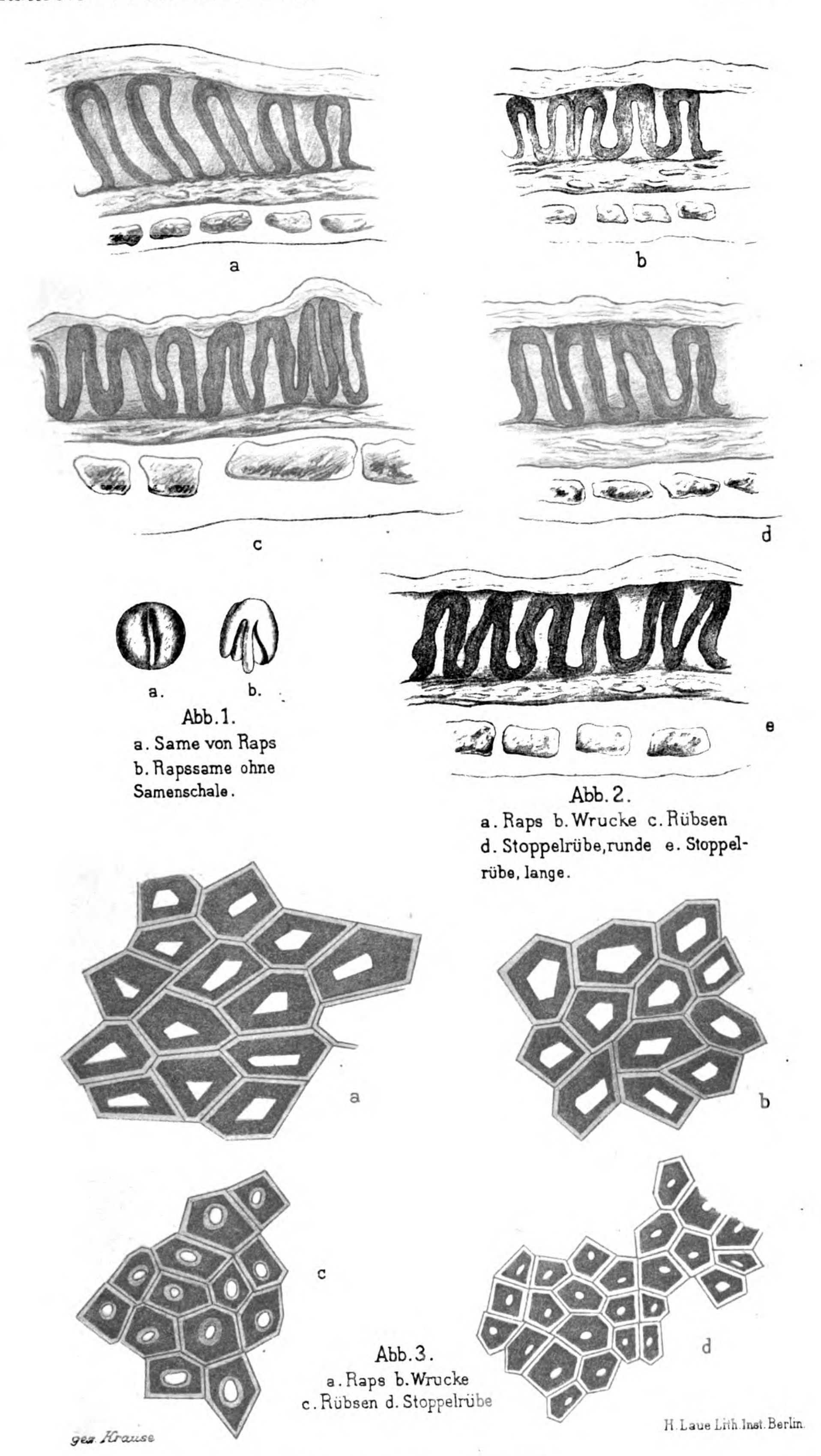
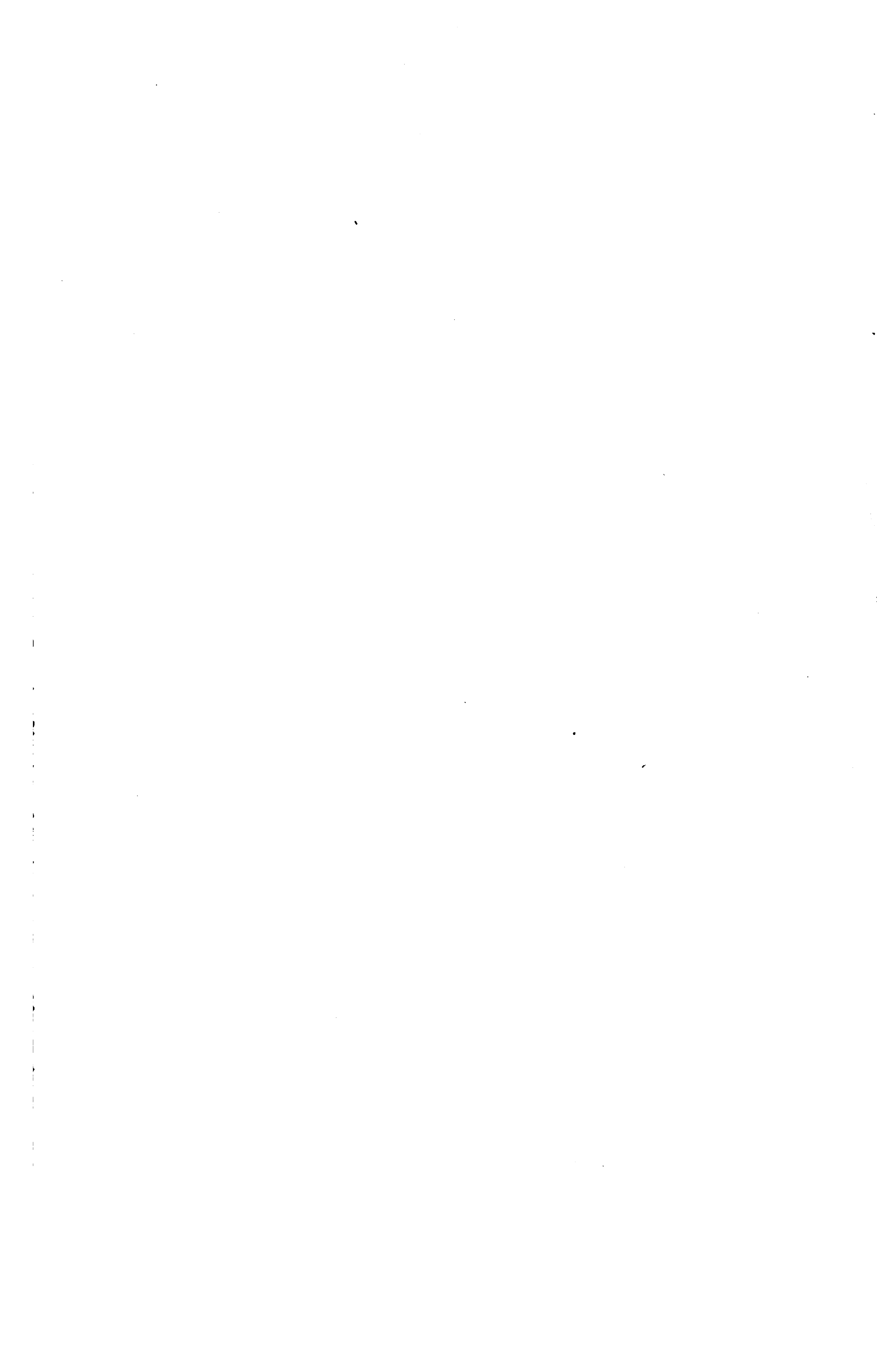


Abb. 1.
a. Same von Raps
b. Rapssame ohne Samenschale.

Abb. 2.
a. Raps b. Wrucke c. Rübsen d. Stoppelrübe, runde e. Stoppelrübe, lange.

Abb. 3.
a. Raps b. Wrucke c. Rübsen d. Stoppelrübe

Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11



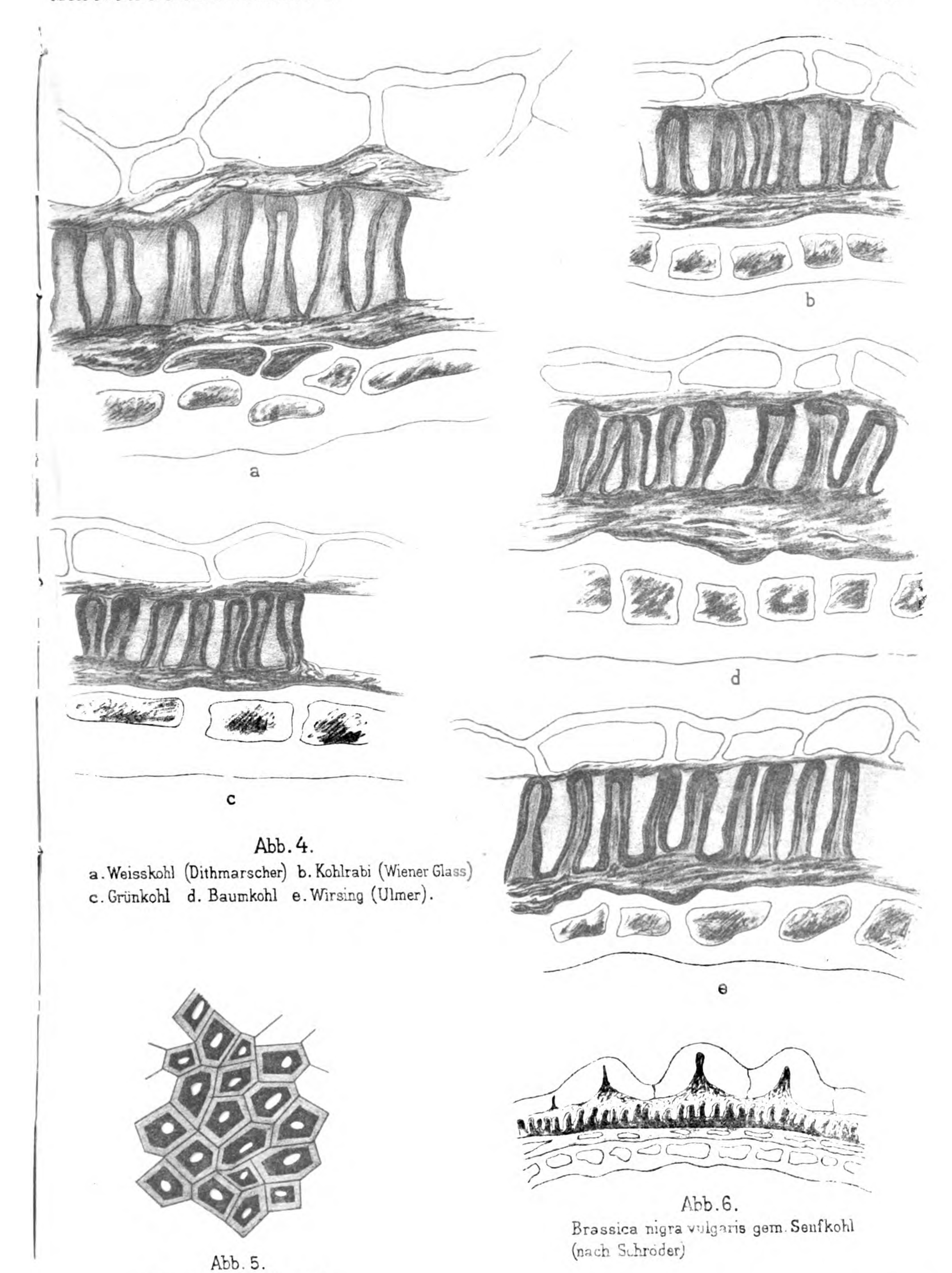


Abb. 4.
a. Weisskohl (Dithmarscher) b. Kohlrabi (Wiener Glass)
c. Grünkohl d. Baumkohl e. Wirsing (Ulmer).

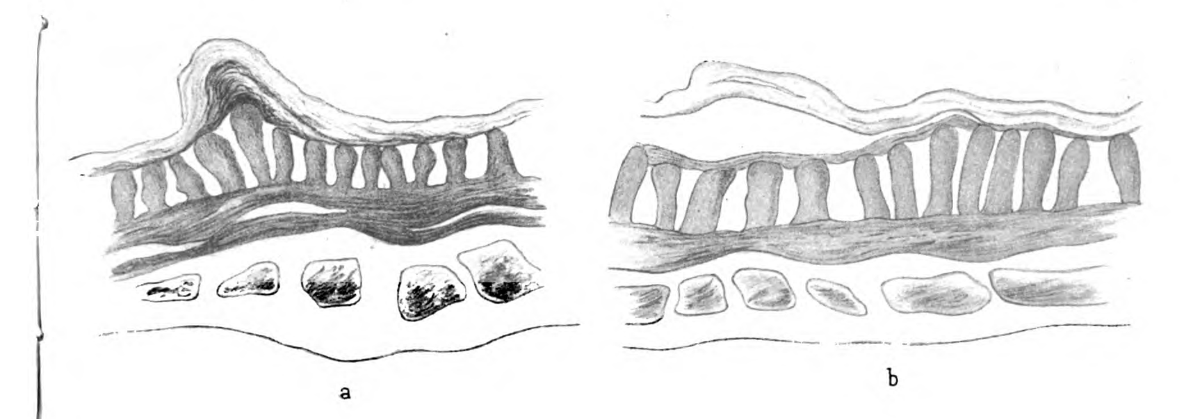
Abb. 5.
Weisskohl (Magdeburger)

Abb. 6.
Brassica nigra vulgaris gem. Senfkohl
(nach Schröder)

gez. Krause

H. Laue Lith. Inst. Berlin.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11.



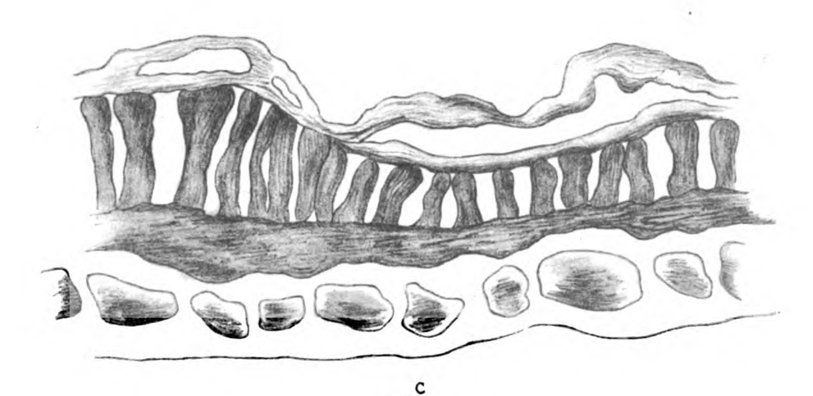


Abb. 7.
a. Sommerrettig b. Winterrettig c. Radies.

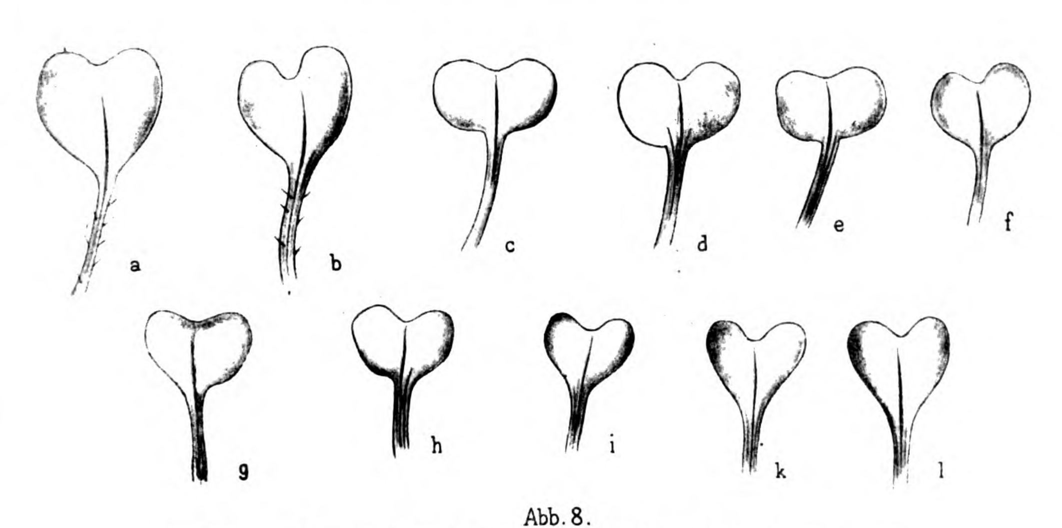


Abb. 8.
a. Radies b. Rettig c. Raps d. Stoppelrübe e. Rübsen f. Wrucken g. Wirsing h. Kuhkohl i. Weisskohl k. Blätterkohl (Grünkohl) l. Kohlrabi.

ges. Krause H. Laue Lith. Inst. Berlin

Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11.

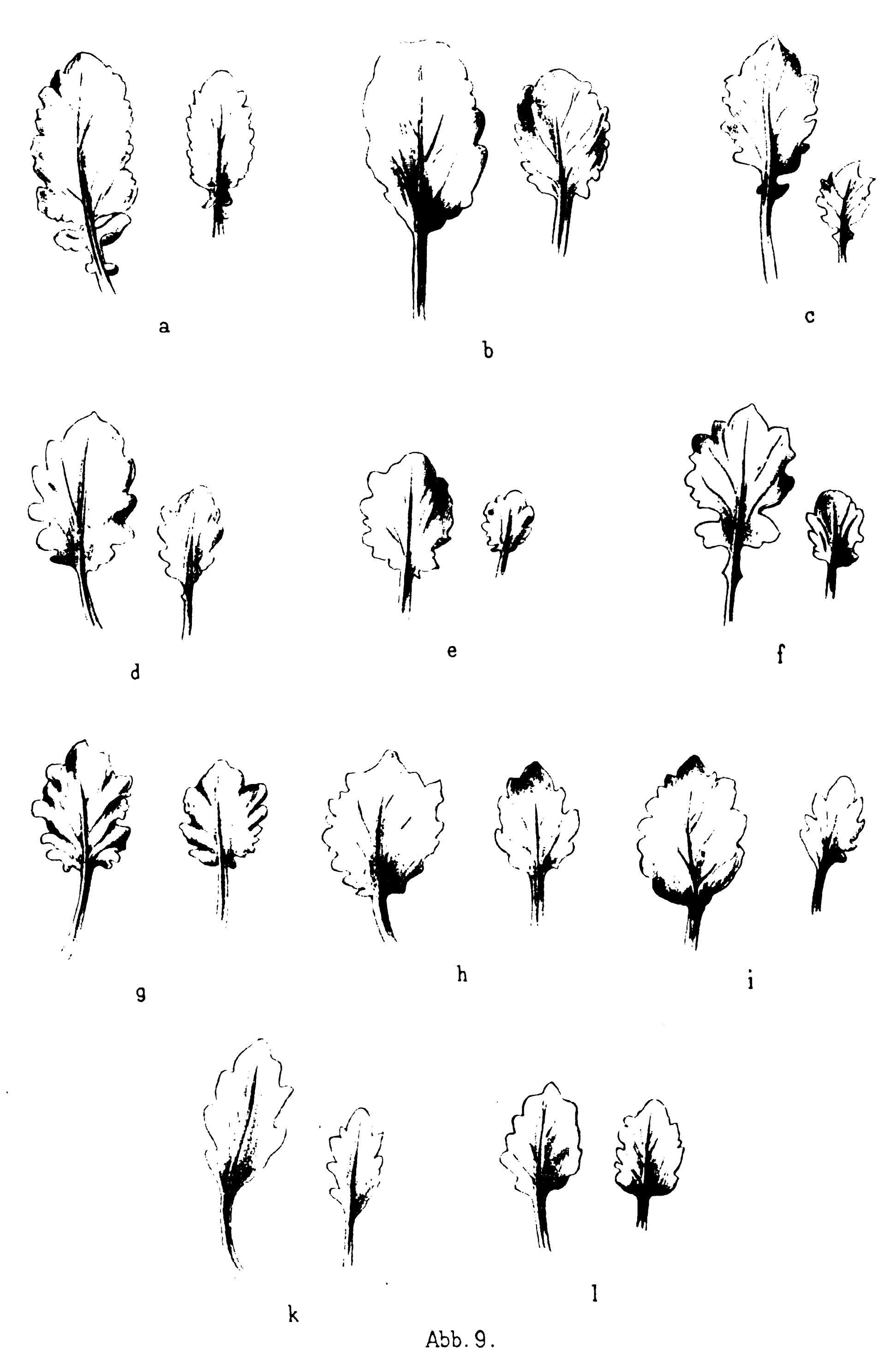


Abb. 9.
a. Rettig b. Radies c. Raps d. Stoppelrübe e. Wrucke f. Rübsen
g. Grünkohl h. Kuhkohl i. Wirsing k. Kohlrabi l. Weisskohl.

gez. Krause H. Laue lith. Inst. Berlin

Verlag von Paul Parey in Berlin S.W.11.

Arbeiten aus dem Landwirtschaftlichen Institut der Universität Königsberg i. Pr.

(Abteilung für Pflanzenbau.)

Vierundzwanzigste Mitteilung.

Vegetationsversuche mit physiologischen Reaktionen.

Von

Eilh. Alfred Mitscherlich

in Gemeinschaft mit F. DÜHRING, S. v. SAUCKEN und H. LANKISCH.

(Hierzu Tafel V und VI.)

Physiologische Reaktionen sind uns in der Literatur nicht mehr unbekannt. Sie entstehen dadurch, dass der Teil der Düngesalze, welcher den ausnutzbaren Nährstoff enthält, von der Pflanze aufgenommen wird, während der andere Teil, sei es Säure oder Basis frei wird und damit chemisch zur Wirkung gelangen kann. Danach unterscheidet man „physiologisch-saure" und „physiologisch-alkalische" Salze. PAUL EHRENBERG[1]) dürfte als erster auf diese Erscheinungen hingewiesen haben, wenigstens tritt in seiner Arbeit zum ersten Male der Ausdruck „physiologisch-saure Wirkung" auf. Nach ihm beobachtete auch O. KELLNER[2]) schädigenden Einfluss, der bei der Aufnahme von Basen durch die Pflanzen zurückbleibenden Säuren. Neuerdings dürfte aber namentlich J. G. MASCHHAUPT[3]) in seiner Arbeit „Over antagonistische werkingen van zouten bij planten" auf die grosse Bedeutung dieser Erscheinungen, die er als „antagonistische" bezeichnet hingewiesen und deren Bedeutung klar erkannt haben. Er sagt wörtlich darüber:

„Richtet man aber die Forschung nicht auf diese fundamentalen Fragen, so sind viele landwirtschaftliche Untersuchungen, speziell auf dem Gebiete der Düngung zur Unfruchtbarkeit verurteilt."

Dass es sich im Grunde genommen wohl überall um derartige physiologische Reaktionen handelt, scheint mir endlich aus einem Befunde KRÜGERS[4]) am deutlichsten hervorzugehen, welcher feststellen konnte, dass ein Boden,

---

[1]) PAUL EHRENBERG, Die Bewegung des Ammoniakstickstoffs in der Natur. Habilitationsschrift. Breslau 1907. S. 223.

[2]) O. KELLNER, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 72, 1910, S. 311 ff.

[3]) J. G. MASCHHAUPT, Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations Nr. XIX, 1916.

[4]) KRÜGER, Arbeiten der agrikulturchem. Versuchsstation Halle a. S. Bd. II, S. 23 ff.

welcher mit Salpeter gedüngt war, unter Wasser gesetzt und aufgeschlämmt keine Ausflockungserscheinungen zeigte, während derselbe Boden mit der gleichen Düngung diese Ausflockungserscheinungen aufwies, sobald zuvor Pflanzen auf ihm gewachsen waren.

Das interessanteste Beispiel, wie dieser Forscher es bezeichnet, „ein Vorlesungsexperiment", gibt uns aber für diese physiologischen Reaktionen in Wort und Bild TH. PFEIFFER.[1]) Er zeigt uns hier, wie eine Düngung von Knochenmehl mit Salpeter bei einem Vegetationsversuche nur 33,0 *g* Ertrag brachte, während eine Düngung mit Knochenmehl und schwefelsaurem Ammoniak bei gleicher Stickstoffgabe einen Ertrag von 85,0 *g* zeitigte; fügte er zur letzteren Düngung hingegen noch kohlensauren Kalk hinzu, so fiel auch hier der Ertrag. Er erreichte dann nur 35,0 *g* Trockensubstanz. Das Ammoniaksalz wirkt hier aufschliessend auf die Knochenmehlphosphorsäure, nachdem durch die Stickstoffaufnahme freie Schwefelsäure abgespalten wurde, welche die Phosphorsäure aus ihrer Verbindung verdrängte. Wir haben es also mit einer physiologisch-sauren Reaktion zu tun. Diese Reaktion wird inhibiert, wenn man kohlensauren Kalk zusetzt, da dann die Schwefelsäure sich nach der Abspaltung sofort an den Kalk zu binden vermag. TH. PFEIFFER ist zwar der Ansicht, dass hier die Phosphorsäure durch die Beigabe einer Kalkdüngung soviel schwerer aufnehmbar geworden ist; und ich will wohl zugeben, dass man nach den Rührversuchen und auch nach unseren eigenen Vegetationsversuchen diese Erscheinung so zu deuten vermag; immerhin mag aber die andere Erklärung, die PFEIFFER zunächst verwirft, auch ihrerseits richtig sein! Eine Beigabe von Chilesalpeter zum Knochenmehl hat keinen lösenden Einfluss auf die Knochenmehlphosphorsäure ausgeübt! Das steht auch nicht zu erwarten; denn bei diesem Düngemittel tritt im Gegensatze zum schwefelsauren Ammoniak eine physiologischalkalische Reaktion auf, da bei der Stickstoffaufnahme durch die Pflanze Natrium, das Alkali, frei wird.

Diese physiologischen Reaktionen scheinen nun im pflanzlichen Leben nach unseren Düngungsversuchen eine viel grössere Rolle zu spielen, als man bisher allgemein annahm; und ich kann damit PFEIFFER sehr gut verstehen und ihm beipflichten, wenn er sagt:

> „Die im Boden im Laufe einer Vegetationsperiode sich abspielenden mannigfaltigen Umsetzungen lassen sich, wie man sieht, bei der chemischen Düngemittelanalyse ebenso wenig wie bei der chemischen Bodenanalyse künstlich nachahmen und hieran dürften unseres Erachtens alle Bemühungen zur Erlangung einer einfachen Methode zur Bestimmuug des Gehaltes eines Bodens oder eines Düngemittels an für die Pflanze aufnehmbaren Nährstoffen scheitern, sofern nicht zufällig Bedingungen gewählt werden, die eine Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der pflanzenphysiologischen und der chemischen Analyse zutage fördern."

---

[1]) TH. PFEIFFER, W. SIMMERMACHER und M. SPANGENBERG, Die Löslichkeit verschiedener Phosphate und deren Ausnutzung durch Hafer und Buchweizen. Landw. Vers.-Stat. 1916, S. 210 ff., Taf. III.

Der Umstand, dass mir für die chemische Bodenanalyse die pflanzenphysiologischen Grundlagen nicht sicher genug fundiert waren, hat mich seiner Zeit veranlasst, meine Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse zunächst zurückzustellen und den pflanzenphysiologischen Problemen nachzugehen. Ich hatte hierin mit grossem Glück gearbeitet, indem ich zunächst dem Problem der Phosphorsäuredüngung nachging, welches mir damals darum als das schwierigste erschien, weil die verschiedenen phosphorsäurehaltigen Düngemittel eine ganz verschiedene Phosphorsäurelöslichkeit und eine ganz verschiedene Phosphorsäureausnutzung durch die Pflanzen zeigten. Die Trägheit der Phosphorsäure, d. h. ihre Schwerlöslichkeit, gaben mir die Möglichkeit, die allgemeinen Gesetze der Pflanzenproduktion zu studieren und unsere chemisch-physikalischen Analysen, betreffend die Löslichkeit verschiedener phosphorsäurehaltiger Düngemittel, schienen die ersten Anschlüsse an die Vegetationsergebnisse zu erbringen; unsere Bodenuntersuchungen aber mussten weiter zurückgestellt werden, da hier anscheinend viel kompliziertere Vorgänge vorlagen. Was TH. PEIFFER l. c. beobachtete, dass schwefelsaures Ammoniak die Ausnutzung der Phosphorsäure durch die Pflanze steigerte, und dass es gleichzeitig auch die Löslichkeit der Phosphorsäure in kohlensäurehaltigem Wasser steigerte, haben auch wir damals [1]) bei verschiedenen phosphorsauren Salzen feststellen können, ebenso, dass eine Kalkzugabe in beiden Fällen deprimierend wirkt. [2]) Auffallend war hier aber auch bei neueren Vegetationsversuchen, dass Kalk in Form von Calciumnitrat einen sehr viel ungünstigeren Einfluss ausübt als Kalk in Form von kohlensaurem Kalk und in Form von Gips. [3]) Der Grund für diese Erscheinung ist uns nun in diesem Jahre klar geworden, wo wir uns den anderen hauptsächlichen Pflanzennährstoffen, dem Stickstoff und dem Kali, zuwandten.

Auch dies war ein glücklicher Zufall, welcher diese Arbeitsschwenkung von mir veranlasste. Ich ging zunächst von dem Gedanken aus, dass die stickstoffhaltigen Düngemittel, sofern sie wasserlöslichen Stickstoff enthielten, als gleichwertig in ihrer Wirkung anzusehen seien. Steigende Düngegaben mussten so bei verschiedenen stickstoffhaltigen Düngemitteln den gleichen Wirkungsfaktor aufweisen! Ich ging hier in meiner Fragestellung aber im Vorjahre noch weiter, indem ich gleichzeitig untersuchen wollte, ob aus Harnstoff und Harnstoffnitrat ausser dem Stickstoff auch Kohlenstoff direkt von der Pflanze aufgenommen werden konnte. War dies nämlich der Fall, so mussten wir mit diesen beiden Düngemitteln, wenn neben dem Stickstoff noch ein zweiter Wachstumsfaktor verbessert wurde, auch einen anderen (höheren) Höchstertrag wie bei den anderen kohlenstofffreien Düngemitteln erzielen. Die Vegetationsversuche, welche, wie geboten, in

[1]) E. A. MITSCHERLICH und W. SIMMERMACHER, Einige Untersuchungen über den Einfluss des Ammonsulfates auf die Phosphatdüngung bei Haferkulturen. Landw. Vers.-Stat. Bd. LXXIX, 1913, S. 71—96.

[2]) WILH. SIMMERMACHER, Einwirkung des kohlensauren Kalkes bei der Düngung von Haferkulturen mit Mono- und Dicalciumphosphat. Inaug.-Diss. Königsberg 1912.

[3]) Unsere 23. Mitteilung, Landw. Jahrb. Bd. LIII, S. 506 ff.

Sandkulturen ausgeführt wurden, ergaben hier[1]) zunächst, dass der Kohlenstoff als Vegetationsfaktor nicht in Betracht kommt, und dass Ammonsulfat, Ammonnitrat, Harnstoff und Harnstoffnitrat den gleichen Höchstertrag und auch den gleichen Wirkungsfaktor für Stickstoff innerhalb der Fehlergrenzen aufwiesen.

Tabelle 1.

Hafererträge (Gramm Trockensubstanz Korn + Stroh) bei verschiedener Stickstoffdüngung.

Stickstoffgabe Gramm Berechneter Ertrag	0,25 34,1	0,60 60,7	1,50 97,1	1,75 102,4
Gefundene Erträge:				
Bei einer Düngung mit				
Ammonsulfat	31,2 ± 0,9	57,6 ± 1,6	—	—
Ammonnitrat	—	—	—	103,9 ± 2,8
Harnstoffnitrat	33,3 ± 0,8	63,0 ± 0,8	111,1 ± 6,0	—
Harnstoff	31,7 ± 0,7	61,7 ± 1,2	94,0 ± 2,4	—

Die berechneten Werte folgen der Gleichung:

$$\log (120 - y) = 2{,}0492 - 0{,}46 \, . \, x.$$

Zu unserer Überraschung fanden wir aber, dass der Natronsalpeter ganz wesentlich hinter diesen Düngemitteln in der Stickstoffwirkung zurückblieb, ja dass es nicht einmal möglich war, mit diesem Düngemittel den gleichen Höchstertrag zu erzielen.

Stickstoffgabe Gramm				
als Natronsalpeter . .	0,00	0,20	0,47	1,17
berechneter Ertrag . .	8,0	29,1	35,4	36,5
gefundene Erträge . .	7,9 ± 0,4	27,5 ± 0,8	37,1 ± 1,0	31,7 ± 1,3

Die berechneten Werte schliessen sich hier der Gleichung

$$\log (36.5 - y) = 1{,}4548 - 3 \, . \, x$$

an. Ob diese Gleichung zu Recht besteht, erscheint mir trotzdem fraglich. Ich möchte eher annehmen, dass auch für die Salpeterdüngung zunächst die andere Gleichung zutrifft; denn nach dieser berechnete sich der Wert für eine Stickstoffgabe von 0,2 *g* zu 29,4, während mit der Salpeterdüngung 27,5 ± 0,8 gefunden wurde. Die grösseren Gaben aber zeigen dann auch gar keinen Anschluss mehr an die logarithmische Gesetzmässigkeit. Bei

[1]) MITSCHERLICH, Versuche mit verschiedenen stickstoffhaltigen Düngemitteln. Journ. f. Landw. Bd. 66, S. 187 ff.

In dieser letzten Abhandlung sind mir, worauf mich Herr Geheimrat H. RODEWALD in freundlicher Weise aufmerksam machte, bei der Übertragung der Ergebnisse der Gefässversuche auf das Feld, Seite 196/7, Rechenfehler untergelaufen. insofern ich hier den Wirkungsfaktor in der Gleichung versehentlich mit drei multiplizierte statt ihn durch drei zu dividieren. Der Anstieg geht also *viel* langsamer vor sich, als dies in den dort wiedergegebenen Tabellen von mir angegeben wurde. Eine Übertragung der in Sandkulturen erzielten Ergebnisse auf das Feld scheint danach nicht möglich zu sein! Die Gründe hierfür dürften in dem Einflusse anderer nicht berechenbarer Faktoren liegen, auf die ich hier nicht näher eingehen kann.

stärkerer Stickstoffgabe geht der Ertrag zurück, und der Höchstertrag von 120 *g* ist überhaupt unerreichbar! Es mussten danach bei der Salpeterdüngung Störungen auftreten, die bei den anderen stickstoffhaltigen Düngemitteln nicht vorlagen. Wir suchten diese zu ermitteln und konnten uns schliesslich nur vorstellen, dass diese durch die physiologisch-alkalische Reaktion des Salpeters hervorgerufen sein konnten. Die angewandte Grunddüngung

1,5 *g* Magnesiumsulfat
+ 1,0 „ Chlornatrium
+ 3,2 „ Kaliumsulfat
+ 4,0 „ Tricalciumphosphat

schien mir hierfür zunächst keine Anhaltspunkte zu geben. Die Versuche mussten darum notwendig mit anderer Grunddüngung wiederholt werden. Es geschah dies in diesem Jahre. Als solche wählte ich, um die besagten Unterschiede möglichst stark in Erscheinung treten zu lassen, einmal eine saure Lösung (A) und ferner eine schwach alkalische Lösung (B). Die Zusammensetzungen dieser Lösungen waren die folgenden:

A. 3,5 *g* prim. Kaliumphosphat,
+ 1,4 „ Kaliumsulfat,
+ 0,5 „ Chlornatrium,
+ 1,5 „ Magnesiumsulfat,
+ 1,44 „ Calciumsulfat.

B. 3,5 *g* sec. Kaliumphosphat,
+ 0,87 „ Tricalciumphosphat,
+ 0,5 „ Chlornatrium,
+ 1,5 „ Magnesiumsulfat.

Kalk und Eisen wurden sonst in gleicher ausreichender Weise durch unser Leitungswasser zugeführt, mit welchem wir ständig die Kulturen gossen.

Wir geben hier zunächst die Erträge an Hafer Gramm Trockensubstanz u. zw. in den Mittelwerten und den wahrscheinlichen Schwankungen wieder, welche aus den je vier Kontrollgefässen errechnet wurden. Die Einzelwerte folgen sämtlich am Schlusse dieser Abhandlung. Wir werden jedoch hier auch auf diese teilweise eingehen müssen.

(Siehe Tabelle 2, Seite 482.)

Um die ausserordentlichen Unterschiede augenfälliger zu machen, haben wir unsere Kulturen im Bilde festgehalten (siehe Tafel V und VI).

Die stärkste Stickstoffdüngung hat in den meisten Fällen — wohl infolge plasmolytischer Erscheinungen — bereits schädigend gewirkt. Aber auch sonst zeigen die Beobachtungen selten einen derartig gleichartigen Anstieg, dass sie das Gesetz der physiologischen Beziehungen, welches bei den Phosphorsäureversuchen so klar hervortrat, sicher erkennen liessen. Vielfache Störungen müssen hierfür die Ursache bilden. Dass solche vorliegen, ersieht man auch an den sehr grossen Fehlern, mit welchen teilweise diese Versuche behaftet sind. Bei der Höchstgabe an Harnstoff finden wir so Parallelversuche bei der alkalischen Grunddüngung, die im Korn- + Strohertrage 66,1 und 2,2 Gramm ergaben. Die Versuche, welche nur 2,2 und 3,0 *g* zeitigten, mussten bereits am 7. Juli geerntet werden, da der Hafer in diesen Gefässen vollkommen abgestorben war; die Gefässe,

welche 66,1 und 31,3 g Trockensubstanz ergaben, wurden hingegen erst am Schluss der ganzen Vegetationsperiode am 6. September geerntet!

Tabelle 2.

Hafererträge (Gramm Trockensubstanz) bei verschiedener Grunddüngung.

Erträge ohne Stickstoff-Differenzdüngung:

A. *Bei saurer Grunddüngung* . . . Korn + Stroh = 3,8 ± 0,1
Korn = 0,6 ± 0,1

B. *Bei alkalischer Grunddüngung* . Korn + Stroh = 3,4 ± 0,1
Korn = 0,5 ± 0,0

Erträge mit Stickstoff-Differenzdüngung:

Gramm Stickstoff pro Gefäss		0,5	1,2	2,4
A. *Bei saurer Grunddüngung:*				
N als Natriumnitrat . . .	Korn + Stroh =	45,6 ± 0,8	55,9 ± 1,6	51,1 ± 1,2
	Korn =	20,1 ± 0,7	19,6 ± 1,7	17,7 ± 1,6
als Ammoniumsulfat . . .	Korn + Stroh =	34,9 ± 0,4	43,8 ± 2,0	19,0 ± 0,8
	Korn =	15,3 ± 0,1	21,5 ± 0,9	6,2 ± 0,3
als Harnstoffnitrat	Korn + Stroh =	39,7 ± 0,8	68,5 ± 1,9	27,1 ± 3,0
	Korn =	16,7 ± 0,1	32,5 ± 1,2	4,2 ± 0,9
als Harnstoff	Korn + Stroh =	36,5 ± 0,7	60,7 ± 0,5	23,8 ± 5,1
	Korn =	15,4 ± 0,6	27,9 ± 0,6	4,2 ± 1,1
B. *Bei alkalischer Grunddüngung:*				
N als Natriumnitrat . . .	Korn + Stroh =	12,0 ± 0,7	6,3 ± 1,0	4,7 ± 0,7
	Korn =	0,3 ± 0,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
als Ammoniumsulfat . . .	Korn + Stroh =	40,6 ± 1,4	51,7 ± 2,2	34,8 ± 1,3
	Korn =	17,5 ± 0,7	22,8 ± 1,8	11,9 ± 0,6
als Harnstoffnitrat	Korn + Stroh =	39,5 ± 1,0	72,4 ± 1,4	74,1 ± 4,8
	Korn =	16,0 ± 0,7	34,8 ± 1,2	26,8 ± 2,7
als Harnstoff	Korn + Stroh =	27,2 ± 0,4	60,1 ± 1,6	25,7 ± 11,3
	Korn =	8,7 ± 0,3	27,8 ± 1,3	8,2 ± 4,0

Bei saurer wie bei alkalischer Grunddüngung liefert der salpetersaure Harnstoff die höchsten Erträge. Die maximale Stickstoffgabe hat hier bei der alkalischen Grunddüngung auch keine Schädigung gezeigt, während bei der sauren Grunddüngung die Erträge bereits wesentlich zurückgingen. Führen wir hier diese Erscheinungen nicht auf Plasmolyse sondern auf physiologische Reaktionen zurück, so würde dies besagen, dass vom Harnstoffnitrat der Harnstoff aufnehmbarer ist als der Salpeter.

Der Harnstoff ergibt im allgemeinen bei beiden Grunddüngungen gleiche Erträge; bei der geringsten Gabe scheint jedoch die saure Grunddüngung besser gewirkt zu haben. Die höchsten Gaben haben hier die Erträge ganz wesentlich reduziert. Beim schwefelsauren Ammoniak hat die alkalische Grunddüngung durchweg etwas höhere Resultate gezeitigt, da diese die physiologisch-saure Reaktion dieses Salzes aufhob. Wir wären hier sicher noch zu Ergebnissen gelangt, die weit ausserhalb der Fehlergrenzen liegen, wenn die benutzte Grunddüngung noch stärkere Alkalität besessen hätte. Am deutlichsten zeigt sich aber endlich die physiologische

Reaktion bei den Versuchen, die mit Natriumsalpeter gedüngt wurden. Hier hat die saure Grunddüngung zu dem physiologisch-alkalischen Salze sichtbar gut gewirkt, während die alkalische Grunddüngung, welche die physiologische Alkalität nicht aufhob, sondern noch verstärkte, direkte Missernten ergab. Der Kornertrag, welcher ohne Stickstoffdüngung immerhin noch 0,5 *g* betrug, wurde dabei mit der grösseren Gabe auf Null reduziert.

Dieser Befund besagt für die landwirtschaftliche Praxis, dass auf alkalisch reagierenden Bodenarten der Chilesalpeter durch schwefelsaures Ammoniak zu ersetzen ist; er tut dar, dass es sehr wohl möglich ist, dass man unter Umständen mit schwefelsaurem Ammoniak wesentlich höhere Ertragssteigerungen erzielen kann als mit Salpeterstickstoff! Die Arbeiten von HARALD R. CHRISTENSEN[1]) über die Feststellung der Alkalität der Bodenarten dürften hierfür einen zweckmässigen Wegweiser abgeben. Wollen wir aber von der Beschaffenheit des Bodens absehen, so werden wir danach immer mehr und mehr dazu übergehen müssen physiologisch neutrale Salze wie salpetersaures Ammoniak oder salpetersauren Harnstoff zur Düngung unserer Felder zu benutzen.

Die vorstehenden Befunde scheinen mir nun den Schlüssel für eine ganze Reihe von Erscheinungen zu geben, die ich mir bislang nicht zu erklären vermochte. Zu diesen gehört zunächst die schädigende Wirkung des Chlors im Chlorkalium, welche wir jetzt mehrfach feststellen mussten. Ich vermute, dass wir diese vielleicht aufheben können, wenn wir daneben ein physiologisch-alkalisches Salz wie den Natronsalpeter düngen, so dass während der Vegetation das freiwerdende Chlor an das freiwerdende Natrium gebunden wird.

In diesem Jahre haben wir zunächst Hafer bei steigender *Chlorkali*gabe mit steigender *Harnstoffnitrat*gabe versetzt, ohne jedoch mit diesem physiologisch neutralen Salze die schädliche Chlorwirkung beseitigen zu können. Die Ergebnisse dieser Vegetationsversuche mögen hier folgen:

Als Grunddüngung benutzten wir bei diesen Sandkulturen die folgende

2,0 *g* Dicalciumphosphat,
+ 1,5 „ Magnesiumsulfat,
+ 0,25 „ Natriumchlorid,

dabei erzielten wir die folgenden Erträge in Gramm Trockensubstanz:

(Siehe Tabelle 3, Seite 484.)

Zunächst hat hier die höchste Stickstoffgabe, wohl infolge plasmolytischer Erscheinungen, schädigend gewirkt. Sehen wir von diesen Beobachtungen ab, so tritt deutlich mit zunehmender Stickstoffgabe eine Ertragssteigerung auf. Diese wird sich auch zunächst durch eine logarithmische Gleichung ausdrücken lassen.

---

[1]) Vgl. u. a. die neueste Schrift: 131. Beretning fra Statens Forsørgsvirksomhed i Plantekultur, Kopenhagen 1918. „Forsørg og Undersøgelser vedrørende Kalk og Mergel.

Tabelle 3.

Hafererträge in Gramm Trockensubstanz (Korn + Stroh) pro Gefäss.
Stickstoff als Harnstoffnitrat. — Kalium als Chlorkalium.

Differenzdüngung Gramm Stickstoff	0,0	0,2	0,5	1,2	2,5
g K_2O = 0,00	6,0 ± 0,3	24,0 ± 0,6	38,4 ± 3,7	51,8 ± 6,0	3,3 ± 0,4
= 0,10	4,4 ± 0,2	21,9 ± 0,6	42,0 ± 1,9	43,4 ± 1,1	5,4 ± 0,5
= 0,25	4,0 ± 0,1	13,8 ± 0,5	38,3 ± 2,0	56,5 ± 1,6	11,3 ± 2,4
= 0,60	2,9 ± 0,1	3,6 ± 0,4	13,0 + 0,2	43,9 ± 0,1	6,9 ± 1,0
= 1,50	1,8 + 0,3	1,3 ± 0,1	3,6 ± 1,0	11,8 ± 1,6	2,6 ± 0,4
Dgl. Kornerträge:					
g K_2O = 0,00	1,3 ± 0,1	10,1 ± 0,5	17,7 ± 2,0	25,2 ± 3,9	0,0 ± 0,0
= 0,10	0,8 ± 0,1	8,4 ± 0,7	19,3 ± 1,3	19,6 ± 0,8	0,2 ± 0,1
= 0,25	0,6 ± 0,0	4,4 ± 0,3	16,2 ± 1,8	27,5 ± 1,0	2,0 ± 0,9
= 0,60	0,3 ± 0.0	0,2 ± 0,1	2,8 ± 0,2	18,0 ± 0,5	0,6 ± 0,3
= 1,50	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,3	1,9 ± 0,5	0,0 ± 0,0

Bei stärkerer Kaligabe ist dies jedoch nicht mehr möglich, da hier die Krümmung der Kurve eine ganz andere Richtung einschlägt, was daraus leicht ersichtlich ist, dass z. B. bei der $2^1/_2$fachen Gabe an Stickstoff der Ertrag mehr als um das $2^1/_2$fache steigt. Wir haben es hier also auch mit Unregelmässigkeiten irgend welcher Art zu tun, die wir uns erklären müssen. Wir finden diese, wenn wir nun in den senkrechten Reihen die Wirkung der Chlorkaliumdüngung verfolgen. Bei geringerer Stickstoffdüngung hat diese je grösser die Gabe war, umso mehr den Ertrag reduziert; bei den grösseren Stickstoffgaben scheint das Chlorkalium in geringer Gabe eher ertragssteigernd, bei grösserer Gabe aber wiederum schädlich gewirkt zu haben.

Bei der stärksten Stickstoffdüngung, die leider bereits schädigend wirkte, hatten wir das Kali ausser in Chlorkali in gleichen Mengen bei anderen Versuchen auch als schwefelsaures Kali verabfolgt. Hier findet man im Gegensatz zu den in Tabelle 3 mitgeteilten Ernteerträgen trotz der plasmolytischen Schädigungen eine deutlich günstige Wirkung, die nur bei der höchsten Gabe ausblieb.

Tabelle 4.

Hafererträge in Gramm Trockensubstanz bei Chlorkalium- und Kaliumsulfat-Düngung.

Kaligabe (K_2O) *g*	0,0	0,1	0,25	0,6	1,5
als Chlorkalium					
Korn + Stroh . .	3,3 ± 0,4	5,4 ± 0,5	11,3 ± 2,4	6,9 ± 1,0	2,6 ± 0,4
Korn	0,0 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,1	2,0 ± 0,9	5,5 ± 1,6
als Kaliumsulfat					
Korn + Stroh . .	3,3 ± 0,4	6,6 ± 0,5	20,5 ± 4,6	41,8 ± 2,7	31,9 ± 5,6
Korn	0,0 ± 0,0	0,4 ± 0,1	5,5 ± 1,6	15,5 ± 2,1	11,1 ± 2,8

Also auch hier hat das schwefelsaure Kalium keineswegs die gleichen schädigenden Wirkungen wie das Chlorkalium erbracht.

Versuche endlich bei denen wir die maximale Stickstoffgabe bei maximaler Chlorkaliumgabe in Form von Ammonsulfat statt als Harnstoffnitrat verabfolgten, zeigten bei der hierdurch veranlassten doppelten physiologisch-sauren Reaktion gleich von Anfang an derartige Schädigungen, dass wir hierin den besten Beweis für unsere eingangs gegebenen Vermutungen erkennen:

Die Erträge, welche, da diese Pflanzen bereits Anfang Juli abstarben, gleichfalls am 7. Juli geerntet werden mussten, ergaben auch keinen Kornertrag mehr, hingegen einen Strohertrag bzw. Gesamtertrag von $1{,}6 \pm 0{,}2$ *g* Trockensubstanz gegen $2{,}6 \pm 0{,}4$ *g*.

Endlich scheinen uns jetzt auch die Erscheinungen, welche wir bei der Düngung mit Rohphosphaten beobachteten, wo gleichfalls der Anschluss an unser Gesetz der physiologischen Beziehungen nicht erreicht wurde, sondern Störungen unbekannter Art auftraten, welche ich als Vergiftungserscheinungen s. Zt.[1]) bezeichnete, auf physiologische Reaktionen zurückzuführen zu sein, die vielleicht gleichzeitig durch eine andere Grunddüngung in ihrer schädlichen Auswirkung behoben werden können.

Versuche, welche wir auch in diesem Jahre, um Einwände TH. PFEIFFERS zu entkräften, mit verschieden phosphorsäurehaltigen Düngemitteln und verschiedenen Kulturpflanzen anstellten, führten wohl auch aus diesem Grunde nicht zum Ziele.

Wir gaben bei diesen Sandkulturen als Grunddüngung pro Gefäss

1,5 *g* Magnesiumsulfat,
+ 3,5 „ Kaliumsulfat,
+ 0,25 „ Chlornatrium,
+ 3,7 „ Ammoniumnitrat,
+ 0,75 „ Kalziumsulfat.

Die bei diesen Versuchen erzielten Ernten in Gramm Trockensubstanz waren die folgenden:

(Siehe Tabelle 5, Seite 486.)

Die berechneten Werte folgen den Gleichungen:

Feldfrucht:	für Tricalciumphosphat	bzw. Thomasmehl	bzw. Angaurphosphat
Buchweizen . . .	log (26 — y) = 1,1903 — 1,6 . x	. . . . . — 0,75 . x	. . . . . — 0,26 . x
Gerste	log (71 — y) = 1,7218 — 1,4 . x	. . . . . — 0,66 . x	. . . . . — 0,224 . x
Hafer	log (74 — y) = 1,7160 — 1,17 . x	. . . . . — 0,55 . x	. . . . . — 0,19 . x
Im Verhältnis der Wirkungsfaktoren	= 1	: 0,47	: 0,16

Das Verhältnis der Wirkungsfaktoren ist beim dreibasischen phosphorsauren Kalk und dem Thomasmehl T das Gleiche, welches wir wiederholt für die verschiedensten Kulturpflanzen erhalten hatten,[2]) und welches

[1]) u. a. Unsere 17. Mitteilung Landw. Jahrb. Bd. IL, S. 302. 1916. — 20. Mitteilung ebenda Bd. LII, S. 289.

[2]) Vgl. unsere 17. Mitteilung Landw. Jahrb. Bd. IL., S. 376. 1916.

mir damit die Veranlassung zu der Schlussfolgerung gab, dass verschiedene Kulturpflanzen den gleichen in verschiedenen Düngemitteln enthaltenen Nährstoff im gleichen Verhältnis ausnutzen. Die vorliegenden Versuche scheinen dies durchaus zu bestätigen; denn keiner der zahlreichen Versuche spricht gegen diese Theorie.

Tabelle 5.

Pflanzenerträge in Gramm Trockensubstanz pro Gefäss bei Phosphorsäure-Differenzdüngung.

Düngung	Buchweizen		Gerste		Hafer		Erbsen	
	gefunden	ber.	gefunden	ber.	gefunden	ber.	gefunden	ber.
Ohne P_2O_5	10,5 ± 0,3	10,5	19,3 ± 0,6	18,3	20,6 ± 0,6	22,0	8,6 ± 1,0	7,0
Tricalciumphosphat								
0,2 *g*	18,3 ± 1,1	18,6	43,8 ± 1,0	43,3	45,3 ± 0,9	43,7	18,5 ± 1,3	23,4
0,5 „	25,8 ± 0,8	23,5	60,1 ± 0,2	60,5	59,4 ± 1,1	60,5	38,4 ± 2,5	40,5
1,2 „	22,4 ± 2,3	25,8	69.9 ± 0,8	69,9	70,4 ± 0,4	71,9	54,0 ± 2,2	62,0
4,0 „	23,6 ± 1,7	26,0	72,8 ± 1,0	70,9	78,3 ± 1,2	74,0	79,0 ± 2,6	72,5
Thomasmehl T								
0,4 *g*	18,1 ± 1,3	18.2	44,1 ± 0,7	42,3	44,5 + 1,5	42,7	25,2 ± 1,1	22,5
1,0 „	23,8 ± 1,2	23,2	57,6 ± 2,4	59,5	60,6 ± 0,8	59,3	38,5 ± 1,2	39,3
2,4 „	27,5 ± 3,3	25,8	70,1 ± 1,3	69,6	72,7 ± 0,7	71,5	60,8 ± 1,3	60,5
Angaurphosphat								
2,0 *g*	24,6 ± 1,7	21,3	58,0 ± 1,7	52,2	56,3 ± 1,0	52,3	46,0 ± 1,1	32,1
5,0 „	24,3 ± 0,5	25,2	62,8 ± 1,7	67,0	62,0 ± 0,6	64,8	41,3 ± 1,9	53,5
12,0 „	17,7 ± 0,9	26,0	69,4 ± 1,8	70,9	63,9 ± 1,3	73,7	50,7 ± 2,5	70,7

Anders steht es, wenn wir beim Angaurphosphat die gefundenen Werte mit den berechneten vergleichen; hier findet nur bei den Gerstenversuchen noch eine einigermassen gute Übereinstimmung statt; bei den Haferversuchen wird der mit den anderen phosphorsauren Salzen erreichbare Höchstertrag überhaupt nicht mehr erzielt, und beim Buchweizen und den Erbsen sind die Erträge bei höheren Gaben des Düngemittels zuweilen wesentlich geringer als bei den niederen Gaben. Wir haben es also auch hier wieder mit den gleichen Unregelmässigkeiten zu tun, welche wir auch sonst bei den Rohphospaten beobachten mussten [1]). Es erscheint mir nach dem Vorhergehenden keineswegs ausgeschlossen, dass wir es auch hier mit physiologischen Reaktionen zu tun haben, die wir vielleicht durch Gaben von anderen Grunddüngungssalzen vermeiden können. Das müssen weitere Untersuchungen ergeben.

Wenn ich nach dem Vorhergehenden auch nach wie vor der Ansicht bin, dass verschiedene Kulturpflanzen die Nährstoffe in verschiedenen Düngemitteln in gleichem Verhältnis ausnutzen, und dass somit voraussichtlich auch die Wurzelausscheidungen die gleichen sind, so bin ich mir doch dessen wohl bewusst, dass die einen Pflanzen von den einen Nährstoffen mehr, die anderen weniger aufnehmen. Das ergibt sich ja schon aus dem verschiedenen prozentischen Gehalte der verschiedenen Kultur-

[1]) Vgl. unsere 17. Mitteilung l. c. S. 388—399. — 20. Mitteilung l. c. S. 289—290

pflanzen an Nährsalzen. Hierdurch kann es gern bedingt sein, dass die eine Kulturpflanze eine stärkere physiologische Reaktion hervorruft als die andere. Sollten wir auf diesem Wege vielleicht auch noch den Schlüssel finden für die Kalkfeindlichkeit der Lupinen u. A.?[1])

Tabelle 6.

Zusammenstellung der Einzelergebnisse der der vorliegenden Abhandlung zugrunde liegenden Vegetationsversuche.

Zu Tabelle 1. Kornerträge.

Düngemittel	Menge g	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
—	0,00	1,4	1,2	2,0	1,2
	0,00	1,7	1,2	—	—
als Natriumsalpeter	0,20	12,0	11,2	9,3	10,9
	0,47	13,6	14,1	13,8	12,5
	1,17	10,9	13,2	14,1	11,4
„ Ammonsulfat	0,25	11,8	11,4	12,9	14,0
	0,60	14,7	16,3	16,8	14,5
„ Harnstoff	0,25	13,1	11,9	12,8	14,5
	0,60	26,0	27,1	28,5	24,0
	1,50	47,0	50,4	39,8	48,8
„ Harnstoffnitrat	0,25	13,6	14,1	13,8	12,5
	0,60	27,9	29,0	27,1	25,0
	1,50	57,9	52,0	—	
„ Ammoniumnitrat	1,75	53,0	44,5	53,0	54,5
Zu Tabelle 1. Stroherträge.					
—	0,00	8,2	5,8	7,1	5,6
	0,00	6,2	5,8	—	—
als Natriumsalpeter	0,20	17,7	17,1	15,2	16,4
	0,47	21,5	21,3	23,8	19,6
	1,17	17,6	18,9	22,8	17,9
„ Amoniumsulfat	0,25	18,8	18,4	16,6	21,1
	0,60	32,2	37,5	33,7	31,0
„ Harnstoff	0,25	19,1	17,5	18,2	19,7
	0,60	35,1	34,9	37,7	33,6
	1,50	45,8	51,4	45,4	47,2
„ Harnstoffnitrat	0,25	18,8	21,3	20,8	18,4
	0,60	35,6	35,2	37,5	34,7
	1,50	60,3	51,9	—	—
„ Ammoniumnitrat	1,75	57,6	48,4	50,5	53,9
Zu Tabelle 2. Kornerträge. A. Bei saurer Grunddüngung.					
—	0,00	0,7	0,8	0,5	0,5
als Natriumnitrat	0,50	17,9	21,5	21,6	19,3
	1,20	26,6	18,0	15,4	18,3
	2,40	15,9	19,9	22,1	13,0

[1]) 20. Mitteilung l. c. S. 291, ferner Th. Pfeiffer, Mitteil. d. landw. Institute d. Universität Breslau Bd. VI, 1911, S. 273 ff.; ebenda 1914, S. 203 ff. und Landw. Vers.-Stat. Bd. XCIII, 1919, S. 1—47.

Düngemittel	Menge g	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
als Ammoniumsulfat	0,50	15,6	15,0	15,0	15,4
	1,20	24,0	22,8	21,3	17,8
	2,40	5,5	5,6	6,4	7,2
„ Harnstoffnitrat	0,50	14,7	18,5	18,2	15,2
	1,20	35,4	29,7	30,5	34,3
	2,40	7,8	3,3	3,8	1,9
„ Harnstoff	0,50	14,8	15,0	17,9	14,0
	1,20	28,9	26,6	26,5	29,4
	2,40	3,9	7,8	5,1	0,0
Zu Tabelle 2. *Korn- + Stroherträge.* A. Bei saurer Grunddüngung.					
—	0,00	3,9	4,2	3,5	3,7
als Natriumnitrat	0,50	42,4	47,3	46,9	45,6
	1,20	62,3	53,9	54,5	52,8
	2,40	48,0	50,2	56,2	50,1
„ Ammoniumsulfat	0,50	34,9	33,1	35,7	35,7
	1,20	49,1	46,4	44,2	35,5
	2,40	21,7	16,7	19,7	18,0
„ Harnstoffnitrat	0,50	39,1	42,7	39,5	37,3
	1,20	74,6	65,4	63,8	70,3
	2,40	35,3	29,6	28,4	14,9
„ Harnstoff	0,50	36,8	35,6	39,1	34,3
	1,20	61,8	58,7	61,6	60,7
	2,40	22,4	38,5	29,8	4,4
Zu Tabelle 2. *Kornerträge.* B. Bei alkalischer Grunddüngung.					
—	0,00	0,5	0,6	0,4	0,4
als Natriumnitrat	0,50	0,2	0,2	0,1	0,6
	1,20	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,40	0,0	0,0	0,0	0,0
„ Ammoniumsulfat	0,50	15,0	17,2	19,1	18,6
	1,20	25,9	15,8	23,0	26,5
	2,40	11,4	14,5	11,9	9,8
„ Harnstoffnitrat	0,50	15,2	14,6	15,6	18,7
	1,20	38,7	31,4	33,3	35,6
	2,40	33,9	30,2	27,2	16,0
„ Harnstoff	0,50	9,0	8,0	9,6	8,3
	1,20	29,9	22,6	28,5	30,1
	2,40	23,9	8,7	0,0	0,0
Zu Tabelle 2. *Korn- + Stroherträge.* B. Bei alkalischer Grunddüngung.					
—	0,00	3,4	3,4	3,6	3,1
als Natriumnitrat	0,50	12,5	12,4	9,3	13,9
	1,20	4,4	9,8	4,1	7,0
	2,40	4,3	4,1	6,2	4,3
„ Ammoniumsulfat	0,50	37,1	38,3	41,9	45,0
	1,20	56,4	43,9	50,7	55,9
	2,40	32,5	40,1	33,8	32,7

Düngemittel	Menge g	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
als Harnstoffnitrat	0,50	37,2	39,6	37,5	43,6
	1,20	77,9	69,1	70,3	72,2
	2,40	86,2	81,7	70,2	58,2
„ Harnstoff	0,50	28,0	26,0	27,9	26,7
	1,20	62,5	53,6	61,2	63,2
	2,40	66,1	31,3	3,0	2,2

Zu Tabelle 3. Kornerträge.

K_2O als	N als	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
Chlorkalium	Harnstoffnitrat				
0,00	0,00	1,5	1,0	1,4	1,2
0,10	0,00	0,7	0,8	0,6	1,1
0,25	0,00	0,7	0,6	0,5	0,5
0,60	0,00	0,4	0,3	0,2	0,3
1,50	0,00	0,1	0,3	0,3	0,1
0,00	0,20	11,5	9,2	8,7	10,8
0,10	0,20	6,9	9,9	7,2	9,5
0,25	0,20	4,8	3,1	4,7	4,9
0,60	0,20	0,1	0,3	0,3	1,0
1,50	0,20	0,0	0,1	0,1	0,0
0,00	0,50	13,2	14,1	24,4	19,1
0,10	0,50	15,5	17,7	21,7	22,2
0,25	0,50	16,7	19,5	9,0	19,7
0,60	0,50	2,4	2,5	3,2	3,1
1,50	0,50	0,1	0,1	0,2	1,9
0,00	1,20	38,4	28,0	21,3	13,2
0,10	1,20	22,6	19,0	20,0	16,7
0,25	1,20	27,5	23,9	27,0	31,7
0,60	1,20	18,6	16,3	19,6	17,6
1,50	1,20	1,8	0,4	2,4	3,0

Zu Tabelle 3 und 4. Kornerträge.

K_2O als	N als	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
0,00	2,50	0,0	0,0	0,0	0,0
0,10	2,50	0,6	0,0	0,2	0,0
0,25	2,50	5,5	0,3	0,2	2,0
0,60	2,50	0,2	2,0	0,1	0,1
1,50	2,50	0,0	0,0	0,0	0,0

Zu Tabelle 4. Kornerträge.

K_2O als	N als	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
Kaliumsulfat					
0,10	2,50	0,6	0,0	0,7	0,2
0,25	2,50	2,0	4,3	3,7	11,9
0,60	2,50	21,2	18,4	8,1	14,4
1,50	2,50	19,9	13,7	6,6	4,2
Chlorkalium	Ammoniumsulfat				
1,50	2,50	0,0	0,0	0,0	0,0

K_2O als	N als	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
Chlorkalium	Harnstoffnitrat				
0,00	0,00	6,7	5,4	6,3	5,4
0,10	0,00	4,1	4,2	4,3	5,1
0,25	0,00	4,0	4,1	3,8	4,1
0,60	0,00	3,3	2,6	2,9	2,9
1,50	0,00	1,2	2,5	2,2	1,4
0,00	0,20	25,1	23,8	21,6	25,5
0,10	0,20	20,7	24,4	20,4	21,9
0,25	0,20	13,7	11,9	14,3	15,4
0,60	0,20	2,7	2,8	3,8	4,9
1,50	0,20	1,1	1,1	1,5	1,5
0,00	0,50	30,6	30,9	50,6	41,4
0,10	0,50	36,3	39,8	46,5	45,4
0,25	0,50	37,7	41,3	30,7	43,5
0,60	0,50	13,4	13,5	12,7	12,4
1,50	0,50	3,0	1,1	2,8	7,6
0,00	1,20	71,4	56,6	45,5	33,6
0,10	1,20	47,7	41,9	43,7	40,4
0,25	1,20	56,1	50,4	56,2	63,1
0,60	1,20	43,9	43,5	43,9	44,2
1,50	1,20	12,5	5,3	14,2	15,2

Zu Tabelle 3 und 4. Korn- + Stroherträge.

K_2O als	N als	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
0,00	2,50	2,3	3,8	2,5	4,4
0,10	2,50	6,2	4,1	6,6	4,7
0,25	2,50	20,9	7,7	6,6	10,0
0,60	2,50	7,4	10,4	5,9	3,9
1,50	2,50	1,1	2,7	3,5	3,0

Zu Tabelle 4. Korn- + Stroherträge.

K_2O als	N als	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
Kaliumsulfat					
0,10	2,50	7,0	4,3	7,5	7,4
0,25	2,50	11,9	15,8	15,2	39,2
0,60	2,50	48,7	46,0	31,0	41,3
1,50	2,50	52,1	34,5	23,4	17,5
Chlorkalium	Ammoniumsulfat				
1,50	2,50	1,0	2,3	1,2	1,8

Zu Tabelle 5. Buchweizenerträge.

Düngemittel	Menge g	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
—	0,00	10,4	10,8	11,4	9,4
als Tricalciumphosphat	0,20	22,8	15,4	18,1	16,9
	0,50	28,2	23,3	25,3	23,4
	1,20	13,0	22,8	25,9	28,0
	4,00	22,6	19,5	30,7	21,7

Düngemittel	Menge g	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
als Thomasmehl T	0,40	22,2	16,9	13,9	19,2
	1,00	28,0	21,3	21,3	24,7
	2,40	33,8	34,8	16,5	24,7
„ Angaurphosphat	2,00	30,2	22,7	19,5	25,8
	5,00	26,2	22.6	24,2	24,2
	12,00	16,8	16,7	21,4	15,7
	Zu Tabelle 5.	*Gersteerträge.*			
—	0,00	20,7	20,2	18,3	18,0
als Tricalciumphosphat	0,20	40,0	43,8	43,7	47,8
	0,50	60,1	59,5	60,7	60,1
	1,20	70,8	72,1	67,0	69,5
	4,00	74,6	75,1	70,0	71,6
„ Thomasmehl T	0,40	41,6	43,6	46,1	45,1
	1,00	59,8	61,5	47,9	61,2
	2,40	71,2	74,2	69,1	65,7
„ Angaurphosphat	2,00	60,7	61,3	51,1	58,9
	5,00	63,7	68,8	58,4	60,1
	12,00	72,9	73,0	64,3	67,2
	Zu Tabelle 5.	*Hafererträge.*			
—	0,00	19,8	20,0	19,5	23,2
als Tricalciumphosphat	0,20	43,1	45,7	43,9	48,6
	0,50	56,9	57,5	60,6	62,4
	1,20	70,8	70,7	68,5	71,4
	4,00	77,8	74,7	77,4	83,1
„ Thomasmehl T	0,40	43,2	40,7	43,3	50,8
	1,00	59,2	59,9	59,4	63,7
	2,40	74,7	71,2	73,4	71,6
„ Angaurphosphat	2,00	57,2	55,9	52,6	59,6
	5,00	62,8	62,0	59,7	63,6
	12,00	61,7	60,6	66,8	66,4
	Zu Tabelle 5.	*Erbsenerträge.*			
—	0,00	6,2	6,8	12,1	9,2
als Tricalciumphosphat	0,20	18,1	18,9	23,5	13,3
	0,50	42,7	32,5	44,4	33,8
	1,20	51,1	51,4	50,7	62,9
	4,00	78,0	82,3	69,3	86,2
„ Thomalmehl T	0,40	20,6	26,5	27,7	25,8
	1,00	41,4	35,0	40,5	37,0
	2,40	58,8	60,9	57,4	66,0
„ Angaurphosphat	2,00	42,6	47,2	49,3	44,8
	5,00	44,6	33,7	44.3	42,7
	12,00	40,4	52,1	53,3	57,1

Königsberg, den 17. Oktober 1919.

Prinzipielle Überlegungen zum Wachstumsgesetz der Pflanze.

Von

Dr. B. Baule.

(Mit 4 Textabbildungen.)

MITSCHERLICH fügt im Heft II 1919 dieser Zeitschrift seinem bekannten „Gesetz der physiologischen Beziehungen" ein neues Gesetz, „das Wachstumsgesetz der Pflanze", hinzu, das das Wachsen der Pflanze in der Zeit ihres Lebens darstellen soll. Er leitet es ab aus dem ersteren, das den Ertrag der Pflanze am Ende der Vegetationszeit als Funktion der *während der ganzen Vegetationszeit unverändert* herrschenden Wachstumsbedingungen — in geeigneter Weise gemessen (Nährstoffmengen, Temperatur, Helligkeit, Bodenvolumen), — angibt. Wir wollen ein solches Gesetz im folgenden kurz als „Wirkungsgesetz" bezeichnen. Es gibt ein Maſs für die Wirkung der verschiedenen Wachstumsfaktoren.

Das MITSCHERLICHsche Wirkungsgesetz lautet:

$$E(x, y, z, \ldots) = A \cdot \varphi\left(\frac{x}{h_1}\right) \cdot \varphi\left(\frac{y}{h_2}\right) \cdot \varphi\left(\frac{z}{h_3}\right) \ldots$$ [1])

Darin bedeuten: E die Substanzmenge der Pflanze am Ende der Vegetationszeit,[2]) A der unter denkbar günstigen Bedingungen erreichbare Höchstertrag, x, y, z, ... die Mengen der während der ganzen Vegetationszeit unverändert vorhandenen „Nährstoffe"[3]), $h_1, h_2, h_3, \ldots$ deren Wertigkeiten und schliesslich

$$\varphi\left(\frac{x}{h}\right) = 1 - e^{-0{,}7\,\frac{x}{h}}.$$

Sowohl sämtliche Konstanten wie die Variablen haben die „Dimension" $\frac{\text{Masse}}{\text{Fläche}}\left(\frac{g}{qcm}\right)$.

MITSCHERLICH gibt bei der Begründung seines *Wachstumsgesetzes* den Variablen x, y, z, ... eine andere Bedeutung, als sie ursprünglich haben. Er nennt x die Nährstoffmenge, die der Pflanze seit ihrem Aufgehen verabfolgt ist. Diese Menge wächst natürlich, wenn die Wachstumsbedingungen in der Zeit konstant gehalten werden, proportional der Zeit. Es haben dann die

---

[1]) Vgl. BAULE, Landw. Jahrb. Bd. LI, S. 363.

[2]) MITSCHERLICH hat gefunden, dass das Gesetz auch gilt, wenn zu irgend einem Zeitpunkt *vor* Abschluss der Vegetation geerntet wird.

[3]) Nährstoffe im verallgemeinerten Sinne gleich Wachstumsfaktoren. MITSCHERLICH hat gefunden, dass Wärme, Licht, Bodenvolumen und andere Wachstumsfaktoren in ihrer Wirkung auf das Wachstum der Pflanze sich ebenso verhalten wie Nährstoffe.

Variablen die Dimension $\frac{\text{Masse}}{\text{Fläche}} \times$ Zeit. Das ist eine grundlegende Änderung der Definition der Variablen, die das *Wirkungsgesetz* nicht vertragen kann. Es würde das Wirkungsgesetz in den umdefinierten Variablen besagen, dass der Mangel an irgend einem Nährstoff durch die Zeit wettgemacht werden kann, da ja das Produkt aus wirkender Nährstoffmenge und Zeit für den Ertrag allein bestimmend sein würde. Das ist natürlich nicht richtig. Eine Begründung des Wachstumsgesetzes mit Hilfe des Wirkungsgesetzes durch rein logische Folgerungen ohne Hinzunahme eines neuen Prinzips ist meines Erachtens nicht möglich. Die beiden Gesetze haben an sich nichts miteinander zu tun, wenn auch *beide zusammen* die Substanzmenge der Pflanze zu jeder Zeit bestimmen, d. h. beide zusammen in einem über ihnen stehenden Gesetz enthalten sind.[1])

Auch MITSCHERLICHS sinnreiche Zeitmessung durch die Zeit, die ein Radieschen vom Aufgehen bis zur Bildung des zweiten Blattpaares gebraucht, ändert nichts hieran. Diese Zeitmessung bedeutet nur ein künstliches In-der-Zeit-Konstanthalten der äusseren, in unserer gewöhnlichen Zeit nicht konstant zu haltenden „Nährstoffmengen“ (Sonnenwärme, Licht). Durch MITSCHERLICHS Zeitmessung werden in der Tat jene Wachstumsfaktoren für die ganze Vegetationsdauer „quasi-konstant“ gemacht,[2]) indem bei einer Nährstoffschwankung nach unten die Zeit (die gewöhnliche) der Wirkung entsprechend verlängert, bei einer Nährstoffschwankung nach oben entsprechend verkürzt wird, so dass die *Wirkung* in einem „Radieschentage“ stets dieselbe ist. Bei günstigem Wetter läuft die Radieschenuhr vor, bei ungünstigem bleibt sie hinter unserer gewöhnlichen Uhr zurück; sie würde mit ihr gleichlaufen, wenn dauernd die gleichen Nährstoffmengen und Wachstumsenergieen im Boden und in der Luft vorhanden wären.

Das Gesetz, das MITSCHERLICH als „Wachstumsgesetz“ bezeichnet, gibt bei Beibehaltung der alten Definition für x, y, z, ... nicht das Wachstum in der Zeit, sondern den Ertrag am Ende der Vegetationszeit als Funktion der während der ganzen Vegetationszeit in günstigster Mischung gegebenen Nährmenge.[3])

Die Zeit spielt für das Wachstum der Pflanze eine ganz andere Rolle wie die Nährstoffmengen,[4]) sie muss demgemäss auch in einem Wachstumsgesetz anders auftreten wie jene.

---

[1]) Nimmt man dagegen noch ein allgemeines Naturprinzip hinzu, etwa das Ökonomieprinzip: „Die Natur arbeitet denkbar ökonomisch“, so halte ich es für durchaus möglich, ja sogar wahrscheinlich, dass allein aus dem MITSCHERLICHschen Wirkungsgesetz, zusammen mit jenem Prinzip, ein Wachstumsgesetz gefolgert werden kann. Andererseits scheint es mir auch unzweifelhaft, dass das Wirkungsgesetz seinerseits als eine Folgerung aus derartigen höheren Naturprinzipien zu erkennen sein muss. Es wären dies Probleme der höheren Mathematik, speziell der Variationsrechnung. Voraussichtlich werden sich hier die intimsten Zusammenhänge zwischen Naturwissenschaft und Mathematik offenbaren.

[2]) Vorausgesetzt, dass MITSCHERLICHS Behauptung richtig ist, dass der Wert eines Wachstumsfaktors für die Pflanze vom Alter der Pflanze unabhängig ist. Diese Behauptung ist gleichbedeutend mit der Behauptung, dass das Wirkungsgesetz für jeden Zeitpunkt des Erntens Gültigkeit hat.

[3]) Vgl. BAULE, Landw. Jahrb. Bd. LI, S. 363.

[4]) „Nährstoff“ immer im verallgemeinerten Sinne gebraucht.

Die Substanzmenge der Pflanze ist erstens eine Funktion der Zeit und zweitens eine Funktion der Nährstoffmengen, die ihrerseits im allgemeinen wieder Funktionen der Zeit sind.

Bei der Untersuchung der Abhängigkeit des Ertrages von den Nährstoffmengen wurde die Abhängigkeit des Ertrages von der Zeit dadurch ausgeschaltet, dass die Erträge nach beendeter Lebenszeit[1]) der Pflanzen miteinander verglichen wurden. Mathematisch würde man sagen: Es wurde über die gesamte Lebenszeit der Pflanze „integriert", indem die Summe der Wirkungen in der ganzen Wachstumszeit als Maſs für die Wirkung der Nährstoffe benutzt wurde. Es ergab sich so das oben angeführte MITSCHERLICHsche Wirkungsgesetz.

Die *Abhängigkeit* des Ertrages *von der Zeit* der Ernte kann daraus nicht entnommen werden, ebensowenig, wie aus dem Endgewinn eines Spielers auf den Stand der Kasse zu irgendeiner Zeit des Spieles geschlossen werden kann. Eine andere, umfassendere Funktion kann uns darüber nur Aufschluss geben. Sie muss die Eigenschaft haben, dass sie für $t = \infty$ in das Wirkungsgesetz übergeht, vorausgesetzt, dass die Nährstoffmengen x, y, z, ... keine Änderungen in der Zeit erfahren.

Es muss in diesem Spezialfalle

$$E(x, y, z \ldots t)_{t=\infty} = E(x, y, z \ldots) = A\,\varphi(x) \cdot \varphi(y) \cdot \varphi(z) \ldots$$

sein.

Lassen wir die spezialisierende Annahme, dass sich die Nährstoffmengen im Laufe der Vegetationszeit nicht ändern, fallen, so müssen wir notwendigerweise auf das „*Wachstum*" der Pflanze, als Funktion der Zeit, zurückgehen, wenn wir ein allgemeines Ertragsgesetz aufstellen wollen. Denn wie das „Wachstum" der Pflanze zu jeder Zeit der Vegetation mit den Änderungen der verfügbaren Nährstoffmengen zu- und abnimmt, so machen sich diese Änderungen auch in den zu irgend einer Zeit t geernteten Erträgen bemerkbar. Es hängt der zu einer Zeit t_1 geerntete Ertrag nicht nur von diesem Zeitmoment t_1 und von den zu dieser Zeit gerade vorhandenen Nährstoffmengen $x(t_1)$, $y(t_1)$, ... ab, sondern von den Mengen der Nährstoffe, wie sie *in jedem Zeitabschnitt vor* t_1 der Pflanze zur Verfügung standen. Der Ertrag stellt eine *Summe* von Wirkungen dar, die der Erntezeit voranliegen, er ist ein „Integral".

Deutlicher noch erkennt man das, wenn man sich überlegt, was genau genommen das Wort „Wachstum" bedeutet. Das Wachstum der Pflanze ist die Substanzzunahme der Pflanze in der Zeit. In Zeichen:

$$W(t) = \frac{dE}{dt}$$

Wachstum = Ertragsänderung durch Zeitänderung („Differentialquotient des Ertrages nach der Zeit"). Wächst einer Pflanze am zweiten Tage doppelt so viel Substanz zu, wie am ersten, so sagen wir: am zweiten Tage hatte die Pflanze das doppelte Wachstum.

---

[1]) bzw. nach gleicher Lebensdauer.

Umgekehrt ist demzufolge die Substanzmenge E (t) zu einer Zeit t gleich dem Integral $\int_0^t W(t)\,dt$, erstreckt über die Zeit, die vor jenem Zeitpunkt liegt.

$$E(t) = \int_0^t W(t)\,dt.$$

Die äussere Form des *allgemeinen* Ertrags- und Wachstumsgesetzes haben wir damit gefunden, die *innere*, die genaue Abhängigkeit des Wachstums von den Nährstoffmengen x (t), y (t) ... und der Zeit t festzulegen, ist eine spätere Aufgabe. Die allgemeinste Form des Ertragsgesetzes ist notwendig die:

$$E(t) = \int_0^t W(x(t), y(t), z(t), \ldots\ldots t)\,dt.$$

Das Problem ist: *die Wachstumsfunktion W (x (t), y (t) ....., t) zu finden.* Kennt man diese Funktion, so ist durch das Integral der Ertrag zu jeder Zeit und unter allen überhaupt nur denkbaren äusseren Bedingungen, charakterisiert durch die Funktionen x (t), y (t), z (t) ...., gegeben. Weiter unten soll das an Beispielen näher erläutert werden.

Setzen wir wiederum MITSCHERLICHS Erfahrung, dass das Wirkungsgesetz für jeden Zeitpunkt des Erntens gilt, als richtig und allgemein gültig voraus, so folgt mit Notwendigkeit

$$W(x(t), y(t), z(t) \ldots t) = E(x(t), y(t), z(t), \ldots) \cdot w(t),$$

worin w (t) eine reine Funktion der Zeit bedeutet, und somit

$$E(t) = \int_0^t E(x(t), y(t), z(t) \ldots\ldots) \cdot w(t)\,dt.$$

Darin gibt die Wirkungsfunktion E (x, y, z ...) die Abhängigkeit des Wachstums von den jeweilig vorhandenen Nährstoffmengen x (t), y (t), z (t) ... und die Funktion w (t) den eigentlichen zeitlichen Wachstumsverlauf (bei zeitlich konstanten Nährstoffmengen x, y, z). Sind nämlich die Nährstoffmengen x, y, z .. nicht von der Zeit abhängig, so lässt sich E (x, y, z ..) vor das Integral ziehen und wir haben

$$E(t) = E(x, y, z \ldots) \cdot \int_0^t w(t)\,dt = E(x, y, z \ldots) \cdot \psi(t).$$

Vorausgesetzt, dass nur Nährstoffe zur Betrachtung zugelassen werden, die sich in ihrer Wirkung nicht gegenseitig beeinflussen (Gültigkeitsbedingung für MITSCHERLICHS Wirkungsgesetz), muss dieses Gesetz für $t = \infty$ in das MITSCHERLICHsche Gesetz

$$E = E(x, y, z \ldots) = A \cdot \varphi(x) \cdot \varphi(y) \cdot \varphi(z) \ldots .$$

übergehen. Daraus folgt, dass

1.) $\psi(t)$ eine Funktion von t sein muss, die für $t = \infty$ asymptotisch $= 1$ wird, und dass
2.) E (x, y, z ...) eine Funktion sein muss, in der die MITSCHERLICHsche Wirkungsfunktion als Spezialfunktion enthalten ist.

Wenn die Gültigkeitsbedingung für das MITSCHERLICHsche Wirkungsgesetz nicht erfüllt ist, wird voraussichtlich das Wirkungsgesetz $E(x, y, z \ldots)$ keineswegs so einfach sein. In einem *allgemeinen* Wirkungsgesetz werden vermutlich neben den ersten Potenzen von $x, y, z \ldots$ auch die zweiten und höheren Potenzen xy, xz, yz, ... als von der gegenseitigen Beeinflussung der Nährstoffe herrührend, auftreten; oder es verlieren die h ihren konstanten Charakter, was auf dasselbe hinausläuft. Das zu untersuchen, ist indessen Sache der mathematisch-chemischen Überlegung und experimentellen Forschung. Wir wollen uns hier damit nicht befassen, sondern allein durch prinzipielle Überlegungen dem Ziele näher zu kommen suchen.

Was die Zeitfunktion $w(t)$ anbetrifft, so können wir deren viele angeben, die der Bedingung genügen, z. B. $\psi(t) = \varphi(t)$ oder $\psi(t) = \varphi(t^2)$, oder $\varphi(t^3)$ oder allgemein $\psi(t) = \varphi(t^m)$; wo m eine ganze positive Zahl bedeutet; auch jede Summe und jedes Produkt zweier oder mehrerer dieser Funktionen und jede Potenz wäre denkbar.[1]) Es gibt noch mancherlei andere Funktionen, die die Bedingung befriedigen.[2]) Die richtige zu finden, würde zunächst Sache der mathematisch-physiologischen Überlegung, dann der experimentellen Prüfung sein. Auch darauf soll aber hier nicht eingegangen werden, sondern es soll unter Benutzung einer aus den möglichen Funktionen herausgegriffenen bestimmten Funktion $w(t)$, die einen *qualitativ* richtigen Wachstumsverlauf gibt, untersucht werden, welche Schlüsse auf das Wachstum der Pflanze und auf den zu irgend einer Zeit geernteten Ertrag uns ein allgemeines Wachstums- bzw. Ertragsgesetz erlaubt.

Von den Funktionen $\varphi(t^m)$ kommt die Funktion $\varphi(t)$ als Zeitfunktion $\psi(t)$ nicht in Frage, da sie keinen „Wendepunkt" für $t > o$ besitzt, die Grösse der Pflanze aber bekanntermassen erst langsam, dann schnell, dann wieder langsam zunimmt. Alle anderen Funktionen $\varphi(t^m)$ geben aber einen qualitativ richtigen Wachstumsverlauf.

In Abb. 70 sind die Funktionen $\varphi(t^2)$, $\varphi(t^3)$, $\varphi(t^4)$ und $\varphi(t^5)$ wiedergegeben, und es sind ausserdem in Abb. 70 die Ergebnisse eingetragen worden, die MITSCHERLICH bei möglichster Konstanthaltung sämtlicher Wachstumsfaktoren („Nährstoffe") für den Wachstumsverlauf von Zuckermohrhirse[3]) und Senf[4]) fand. Als Zeiteinheit $t = T$ ist entsprechend der Wahl der Funktion $\psi(t)$ die Zeit gewählt, in der die Pflanze die Hälfte ihrer schliesslichen Substanzmenge erreicht. Der bequemeren Schreibweise halber soll das T im Nenner von t gleich Eins gesetzt, also fort-

---

[1]) z. B. das Wachstumsgesetz von MITSCHERLICH $\psi)t) = \varphi(t)^n$.

[2]) z. B. die Wachstumsfunktion von ROBERTSON $\ln \frac{y}{A - y} = k(x - \alpha)$, die sich, wenn man $k(x - \alpha)$ mit 0,7 ξ bezeichnet, auch schreiben lässt: $y = A \cdot \frac{\varphi(\xi)}{\varphi(2\xi)}$.

Die formalen und inneren Zusammenhänge zwischen den verschiedenen bisher in der Literatur verwandten Funktionen sollen in einer besonderen Arbeit dargelegt und besprochen werden.

[3]) Landw. Jahrb. Bd. 53, S. 174.

[4]) Fühlings Landw. Zeitung 68, 1919, S. 132.

gelassen werden. Es ist dann nur stets hinzuzufügen, wie gross in jedem Falle das T (in Stunden, Tagen, Monaten oder Jahren) war. Aus demselben Grunde sollen auch die entsprechend definierten Maſseinheiten $h_1, h_2 \ldots$ der Nährstoffmengen $x, y \ldots$ in den Formeln fortgelassen werden: $x = 1$ ist dann gleichbedeutend mit $x = h_1\ g$, entsprechend $z = 1$ mit $z = h_3\ kg$ und $t = 1$ mit $t = T$ Tage.

Indem wir uns bewusst sind, dass wir prinzipiell mit derselben Berechtigung irgend éine andere der möglichen Funktionen als Zeitfunktion $\psi(t)$ herausgreifen könnten, wählen wir

$$\psi(t) = \varphi(t^4) = 1 - e^{-0,7\,t^4}.$$

Diese Funktion gibt qualitativ einen richtigen Wachstumsverlauf und stimmt obendrein, worauf es uns hier allerdings weniger ankommt, auch quantitativ leidlich mit der Erfahrung überein. Wie später auf Grund

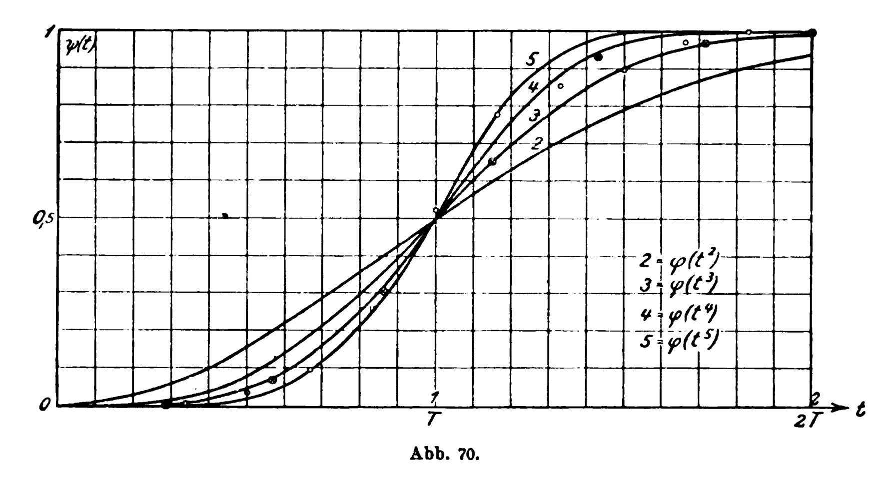


Abb. 70.

genauerer Untersuchungen diese Funktion zu ändern sein wird, soll uns hier nicht kümmern. Qualitativ wird das nichts ändern. Die Zeit 2 T können wir, wie aus Abb. 70 ersichtlich ist, als „Lebenszeit" der Pflanze bezeichnen. Ein Wachsen findet später nicht mehr statt.

Wir setzen also

$$W(t) = E(x, y, z \ldots) \cdot \varphi(t^4) = E(x, y, z \ldots) \cdot \left(1 - e^{-0,7\,t^4}\right)$$

und demzufolge, da wegen

$$\int_0^t w(t)\,dt = \psi(t) \text{ umgekehrt } w(t) = \frac{d\,\psi(t)}{dt} = 4 \cdot 0,7\,t^3 \cdot e^{-0,7\,t^4} \text{ ist,}$$

$$E(t) = \int_0^t E(x(t), y(t), z(t) \ldots) \cdot 2,8\,t^3 \cdot e^{-0,7\,t^4}\,dt.$$

Die 2,8 kann man, wenn man will, in die Konstante der Wirkungsfunktion E (x, y, z . .) ziehen, also fortlassen, ohne etwas an dem Gesetz zu ändern.

Im Falle die Nährstoffmengen x, y, z . . sich nicht in der Zeit ändern, gilt:

$$E(t) = E(x, y, z \ldots)\,\varphi(t^4) = A \cdot \varphi(x) \cdot \varphi(y) \cdot \varphi(z) \ldots \varphi(t^4).$$

Findet eine bestimmte, durch die Funktionen x (t), y (t) .. gegebene Änderung der Wachstumsfaktoren in der Zeit statt, so ist aus dem obigen Gesetz der Ertrag zu einer beliebigen Erntezeit t wie auch am Ende der Lebenszeit für $t = 2$, oder was praktisch auf dasselbe hinauskommt $t = \infty$, zu entnehmen.

Für einige bestimmte Änderungen der Wachstumsbedingungen im Verlaufe der Vegetation soll diese Untersuchung im folgenden durchgeführt werden.

Damit ein Vergleich möglich ist, wollen wir festsetzen, dass 1.) nach Beendigung der Lebenszeit ($t > 2$) geerntet werden soll, und dass 2.) die vom Beginn bis zum Ende der Vegetationszeit (von $t = 0$ bis $t = 2$) verabfolgten Nährstoffmengen in allen Fällen dieselben sind. In Zeichen heisst das:

$$\int_0^2 x(t)\,dt = a, \quad \int_0^2 y(t)\,dt = b, \text{ usw.}$$

Wir können auch, wie bereits gezeigt wurde, als „Lebenszeit“ die Zeit von $t = 0$ bis $t = \infty$ auffassen, ohne dass sich das in den Resultaten wesentlich bemerkbar machen würde. Wir hätten dann statt der 2 in der oberen Grenze immer ∞ zu setzen.

Einer möglichst kurzen Ausdrucksweise halber soll die Lebenszeit von $t = 0$ bis $t = 2$ in 3 Abschnitte eingeteilt werden, die wir mit „Frühling“, „Sommer“, „Herbst“ bezeichnen wollen.

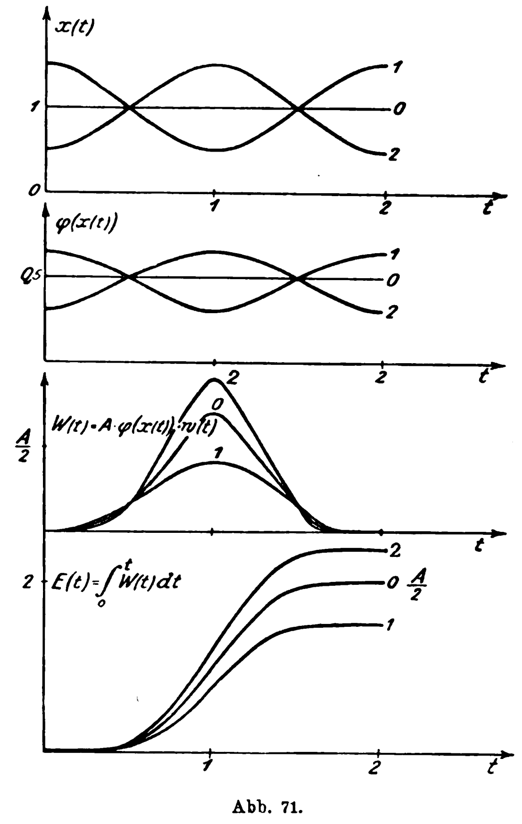


Abb. 71.

Es sollen jetzt die folgenden Fragen mit Hilfe des Wachstumsgesetzes beantwortet werden:

1. Wie stellt sich die Ernte, wenn Frühling und Herbst für das Wachstum der Pflanze günstig, der Sommer aber ungünstig ist,
2. wenn Frühling und Herbst ungünstig, der Sommer günstig ist,
3. wenn die erste Hälfte der Lebenszeit günstig, die zweite ungünstig ist oder umgekehrt,

   verglichen mit der Ernte bei gleichbleibenden Wachstumsbedingungen während der ganzen Vegetationszeit?
4. Wann sind die Wachstumsbedingungen denkbar günstig?

Aus den Figuren der Abb. 71 können wir ohne Schwierigkeit die Antworten auf unsere Fragen 1 und 2 entnehmen. In Abb. 71 wird der Fall untersucht, dass nur *ein* Wachstumsfaktor sich im Laufe der Vegetation ändert.

Es gilt dann:

$$E(t) = A \cdot \int_0^t \varphi(x(t)) \cdot w(t)\, dt.$$

Die Kurven in Abb. 71a stellen die Nährstoffmenge x als Funktion der Zeit dar, und zwar ist gewählt worden:

0: $x = \text{konstant} = 1$[1])

1: $x = 1 + \frac{1}{2} \cos \pi t$[2]) (Frage 1)

2: $x = 1 - \frac{1}{2} \cos \pi t$ („ 2)

Die Fläche zwischen der Kurve x(t) und den Achsen und der Ordinate $t = t_1$, stellt die bis zum Zeitpunkt t_1 verabfolgte Nährstoffmenge dar. Die Flächen zwischen $t = 0$ und $t = 2$ müssen wegen der Forderung 2 in allen betrachteten Fällen gleich sein.[3]) Das ist der Fall. Abb. 71b gibt $\varphi(x)$ als Funktion der Zeit. Für jeden Zeitpunkt wird x aus Abb. 71a entnommen und dann der jeweilige, zu x gehörige Wert von $\varphi(x)$ aus der Funktionstafel für $\varphi(x)$ (S. 505) oder einer graphischen Darstellung von $\varphi(x)$ entnommen. In Abb. 71c gibt die mit 0 bezeichnete Kurve die Funktion

$$w(t) = \frac{d\,\psi(t)}{dt} = 2{,}8 \cdot t^3 \cdot e^{-0{,}7\,t^4}$$

(wenn wir die Länge $\frac{A}{2}$ als Einheit ansehen). Die Kurven für das Wachstum in den Fällen 1 und 2 finden wir, indem wir für jeden Zeitpunkt t den Wert von w(t) mit $A \cdot \varphi(x(t))$ multiplizieren; letztere Werte sind aus Abb. 71b zu entnehmen.

In Abb. 71d ist die Integration über die Zeit durchgeführt, indem für jedes t die Fläche aufgetragen ist, die von der entsprechenden Kurve W(t) in Abb. 71c begrenzt wird und links vom jeweiligen Zeitpunkt t liegt. Die Grösse dieser Fläche kann für jeden Wert von t durch direktes Ausmessen (Zählen der darin liegenden Quadrate des karrierten Zeichenpapiers) oder vermittels eines Planimeters[4]) oder mit Hilfe irgend einer anderen der vielen Integrationsmethoden gefunden werden.

Die Abb. 71d gibt die Ernte zu jeder Zeit t bei Vorhandensein der betrachteten Wachstumsbedingungen 0,1 und 2.

---

[1]) Der durch x gemessene Nährstoff liegt in der Menge h_1 *kg* pro Flächeneinheit vor.

[2]) π ist die analytische Schreibweise für 180°; der Winkel wird statt in Graden in Bogenlänge auf dem Einheitskreis angegeben. Man kommt übrigens auch ohne die analytischen Ausdrücke, mit der Zeichnung allein, vollständig aus.

[3]) Die Forderung, dass die Fläche zwischen Kurve und t-Achse von 0 bis ∞ in allen zu betrachtenden Fällen konstant sein soll, würde am Ergebnis nichts ändern.

[4]) Ein Instrument, mit dem man jedes Flächenstück durch blosses Umfahren ausmessen kann.

Wir erkennen:

Die Verschlechterung der Wachstumsbedingungen während der Hauptwachstumszeit hat trotz des günstigen Frühlings und Herbstes sehr nachteilig gewirkt, der Ertrag ist gegenüber dem bei gleichbleibenden Wachstumsbedingungen erzielten um ca. 25 % gesunken. Umgekehrt hat die Steigerung der Nährstoffe in der Hauptwachstumszeit sehr fördernd gewirkt, der Ertrag ist um ca. 20 % gehoben. Die Wachstumsbedingungen zu Beginn und am Ende der Vegetationszeit haben nur unbedeutenden Einfluss auf die Höhe der Ernte, die Wachstumsbedingungen zur Hauptwachstumszeit sind für sie bestimmend.

In bedeutend höherem Grade tritt dies noch in Erscheinung, wenn nicht ein, sondern mehrere Wachstumsfaktoren während der Vegetationszeit in gleichem Sinne schwanken.

Findet im Sinne des Falles 1 eine sehr tiefe Schwankung der Wachstumsbedingungen statt, tritt also eine erhebliche Verschlechterung der Wachstumsbedingungen zur Hauptwachstumszeit ein, so zeigt die Wachstumskurve W(t) einen auffallenden Verlauf; sie hat in diesem Falle ein Maximum zu Beginn und

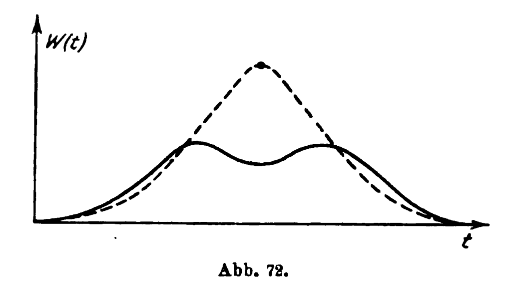


Abb. 72.

eins am Ende des „Sommers“ (Abb. 72). Es sind dann zwei Haupttriebszeiten, ein Frühjahrstrieb und ein Johannistrieb, vorhanden. Ob der Johannistrieb unserer Bäume hierin eine Begründung findet, kann ich nicht beurteilen. Es scheint mir immerhin denkbar zu sein, dass die Nährstoffe des Vorsommers im Laufe des Winters an die Wurzeln der Bäume hindiffundiert sind und zu Beginn der Vegetation diesen in reichem Maſse zur Verfügung stehen. Sie werden nach Einsetzen der Vegetation von den Bäumen verbraucht, und es tritt zunächst ein Mangel ein, bis neue Nährstoffe — etwa durch das Tiefereindringen der Wärme und des Wassers in den Boden veranlasst — an die Wurzeln dringen und jenen Mangel beseitigen.

Die Frage 3 findet in der gleichen Weise wie die Fragen 1 und 2 ihre Beantwortung aus dem Wachstumsgesetz. Man erkennt: Ist der Frühling für das Wachstum der Pflanze günstig, der Herbst aber *im selben Grade* ungünstig, oder umgekehrt, so tritt eine Ertragsverminderung gegenüber dem Ertrag bei gleichbleibenden Vegetationsbedingungen nur insoweit ein, als in jedem Vegetationsmoment eine Erhöhung der Nährstoffmenge *nicht in gleichem Maſse fördernd* wirkt, wie eine Minderung der Nährstoffmenge den Ertrag *herabsetzt* (Wirkungsgesetz); im übrigen findet

nur eine Verschiebung der Vegetationszeit (des grössten Wachstums und der Reife) im einen oder anderen Sinne statt.

Die Frage 4 ist eine Frage der Variationsrechnung; sie lautet mathematisch ausgedrückt: Welche Funktionen x (t), y (t), z (t)... machen das Integral

$$\int_0^\infty \varphi(x(t)) \cdot \varphi(y(t)) \cdot \varphi(z(t)) \ldots w(t)\, dt$$

zum Maximum unter den Nebenbedingungen

$$\int_0^\infty x(t)\, dt = a; \int_0^\infty y(t)\, dt = b; \ldots..$$

und der Randbedingung: $x(t) > 0$ (bzw. $> \alpha$, wenn man annimmt, dass eine kleine Menge α des betr. „Nährstoffes" da sein muss, das Leben und die Entwicklung der Pflanze zu ermöglichen.)

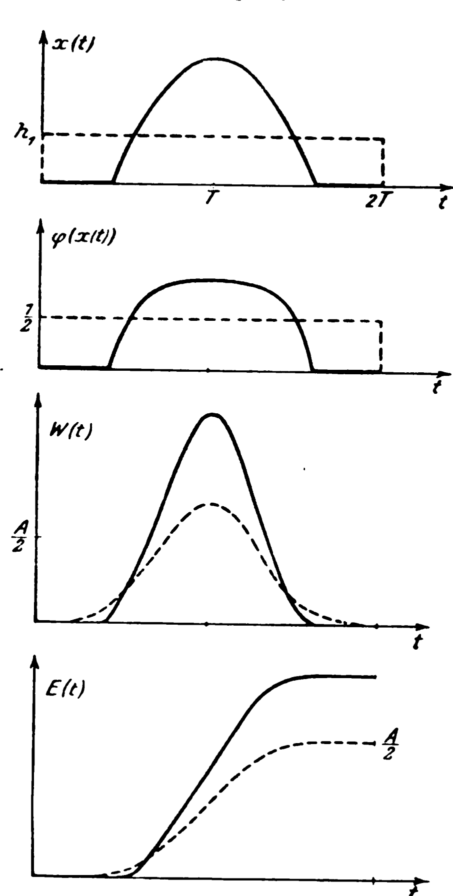


Abb. 73.

Die Methoden der Variationsrechnung liefern als Maximalfunktion:

$$x(t) = \frac{1}{0{,}7} \cdot \ln(t) + c;$$

darin ist die Konstante c so zu bestimmen, dass die Nebenbedingung $\int x(t)\, dt = a$ unter Beachtung der Randbedingung $x(t) > 0$ (bzw. $> \alpha$), der zufolge die Funktion nur genommen werden darf, soweit sie > 0 (bzw. $> \alpha$) ist, erfüllt wird. D. h., man stellt die Funktion $x = \frac{1}{0{,}7} \ln w(t)$ graphisch dar und verschiebt dann die Achse $x = 0$ (bzw. $x = \alpha$) um soviel nach oben oder unten, bis das über ihr liegende Flächenstück den Inhalt a hat. Das Stück, um das man die Kurve gegen die t-Achse gehoben hat, ist dann c.

In Abb. 73 ist so zu verfahren. Die Kurve in der obersten Abbildung zeigt, wie eine gegebene Nährstoffmenge im Laufe der Zeit der Pflanze zu verabfolgen ist, damit die Ausnutzung eine möglichst hohe ist. Die unteren Abbildungen zeigen die Wirkung jener Verteilung auf das Wachstum und ganz unten auf den Ertrag. Verglichen mit dem Ertrag, der erzielt wird bei einer während der ganzen Vegetationszeit gleichbleibenden Nährstoffzufuhr, ist

der Ertrag durch die ungleichmässige Nährstoffgabe um nicht weniger als 50 % gehoben worden.

Vergleicht man die Kurve für die vorteilhafteste Nährstoffgabe mit den für die Wasseraufnahme der Pflanze im Laufe der Vegetation gefundenen Ergebnisse,[1]) so erkennt man sofort eine auffallende Übereinstimmung. Man sieht daran wieder, was man überall und immer aufs neue in der Natur entdeckt: Die Natur arbeitet denkbar wirtschaftlich. Bietet man einer Pflanze einen Nährstoff in reichlicher Menge an, so nimmt sie davon nur soviel, als sie zu ihrem Wachstum voll ausnutzen kann. Sie baut in der Zeit ihres Lebens aus möglichst wenig Material eine möglichst grosse Substanzmenge auf.

Zum Schluss möchte ich noch einmal klar hervorheben, was für die vorstehenden Entwicklungen vorausgesetzt wurde und der Nachprüfung bedarf:

1. Es gibt „Nährstoffe", die sich in ihrer Wirkung nicht gegenseitig beeinflussen. Für sie gilt das MITSCHERLICHsche Wirkungsgesetz
$$E(x) = A \cdot \varphi(x).$$
2. Ein und dasselbe Wirkungsgesetz gilt, zu welchem Zeitpunkt auch die Ernte vorgenommen wird.
3. Die „Lebensdauer" einer Pflanze ist eine für die Pflanze charakteristische Konstante. Genauer: *Bei gleichbleibenden* (im Laufe der Zeit) *Wachstumsbedingungen* erreicht die Pflanze stets in der gleichen Zeit die Hälfte ihrer schliesslichen Substanzmenge, einerlei ob die Wachstumsbedingungen günstig oder ungünstig sind, also die schliessliche Substanzmengen gross oder klein ist.

Wenn diese 3 Voraussetzungen erfüllt sind, hat das Wachstumsgesetz notwendig die oben gegebene Form:

Ist 3 nicht erfüllt, wohl aber 1 und 2, so tritt nur an Stelle von $\varphi(t^n)$ (n eine Zahl > 1) eine andere, mit den auf S. 496 gegebenen Bedingungen verträgliche Zeitfunktion ein.

Weiter wäre es wünschenswert, wenn folgende Fragen noch eingehender untersucht und erörtert würden:

1. Welches sind die für das Wachstum einer bestimmten Pflanze charakteristischen Daten? Ist es nur die „Lebensdauer" und der unter denkbar günstigen Bedingungen erreichbare Höchstertrag, oder treten die Wertigkeiten sämtlicher „Nährstoffe" als für die verschiedenen Pflanzenarten verschieden und charakteristisch hinzu?[2])
2. Wie hat man die Mengen der verschiedenen „Nährstoffe" zweckmässig zu messen? Wie speziell die Wachstumsenergien Wärme und Licht u. dergl.? (Durch Kalorien, Strahlungsintensität oder Temperatur und Helligkeit?)

---

[1]) MITSCHERLICH, Landw. Jahrb. 1919, S. 181.

[2]) Vgl. MITSCHERLICH, Landw. Jahrb. 1916, S. 335 ff.

3. Ist es gleichgültig, ob man als „Substanzmenge der Pflanze“ die Pflanze im frischen oder getrockneten Zustande, den oberirdischen Teil oder die Wurzeln oder die Körner misst?[1]) Es würde daraus folgen, dass das Verhältnis von Kraut- zu Wurzel- zu Körnermenge stets dasselbe ist, wie die Wachstumsbedingungen auch waren.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Da die Substanzmenge der Pflanze in einem bestimmten Augenblick der Vegetationszeit von den Wachstumsbedingungen abhängig ist, die *in jedem Zeitpunkt vor* jenem Augenblick geherrscht haben, so stellt sich das Gesetz, das die Höhe des Ertrages als eine Funktion vom Zeitpunkt des Erntens angibt, notwendig als ein Integralgesetz dar. Es müssen in ihm die Wirkungen der Wachstumsfaktoren über die ganze bisherige Lebenszeit summiert („integriert“) werden.

Der zeitliche Wachstumsverlauf ist durch eine reine Zeitfunktion, in der als einzige freie Konstante die „Lebensdauer“ der Pflanze auftritt, gegeben. Diese, in höheren Naturprinzipien begründete, Zeitfunktion bestimmt zusammen mit der Wirkungsfunktion das Wachstum der Pflanze bei beliebig gegebenen äusseren Wachstumsbedingungen.

Aus dem Wachstumsgesetz bzw. Ertragsgesetz lässt sich entnehmen, wie durch Änderungen der Wachstumsbedingungen während der Vegetationszeit die Höhe der Ernte beeinflusst wird. Es zeigt sich, dass die Wachstumsbedingungen in der Mitte der „Lebenszeit“, (d. i. bei gleichbleibenden Wachstumsbedingungen die Hauptwachstumszeit) in erster Linie für das Ergebnis bestimmend sind.

Die Nährstoffaufnahme der Pflanze scheint sich im Laufe der Vegetationszeit so zu ändern, dass der Effekt möglichst gross wird, das soll heissen, dass die zum Aufbau der Pflanzensubstanz verbrauchte Stoffmenge möglichst gering ausfällt.

Hamburg, Oktober 1919.

---

[1]) Derselbe, Landw. Jahrb. Bd. LIII, S. 178.

Tabelle für $\varphi(x) = 1 - e^{-0,693\, x}$.

x	φ (x)	x	φ (x)	x	φ (x)
0	0	1,4	0,62	2,7	0,85
0,1	0,07	1,5	0,65	2,8	0,86
0,2	0,13	1,6	0,67	2,9	0,87
0,3	0,19	1,7	0,69	3,0	0,88
0,4	0,24	1,8	0,71	3,1	0,88
0,5	0,29	1,9	0,73	3,2	0,89
0,6	0,34	2,0	0,75	3,3	0,90
0,7	0,39	2,0	0,75	3,4	0,91
0,8	0,43	2,1	0,77	3,5	0,91
0,9	0,46	2,2	0,78	3,6	0,92
1,0	0,50	2,3	0,80	3.7	0,92
1,1	0,53	2,4	0,81	3,8	0,93
1,2	0,56	2,5	0,82	3,9	0,93
1,3	0,59	2,6	0,83	4,0	0,94

Tabelle für

$\varphi(t^4) = 1 - e^{-0,693\, t^4}$.

t	$\varphi(t^4)$
0	0
0,1	0
0,2	0
0,3	0,01
0,4	0,02
0,5	0,04
0,6	0,09
0,7	0,14
0,8	0,24
0,9	0,36
1,0	0,50
1,1	0,64
1,2	0,77
1,3	0,87
1,4	0,93
1,5	0,97
1,6	0,99
1,7	1,00
1,8	1,00
1,9	1,00
2,0	1,00

Tabelle für

$W(t) = 2,8\, t^3 \cdot e^{-0,693\, t^4}$.

t	w (t)
0	0
0,1	0
0,2	0,02
0,3	0,08
0,4	0,18
0,5	0,35
0,6	0,56
0,7	0,82
0,8	1,08
0,9	1,31
1,0	1,40
1,1	1,37
1,2	1,11
1,3	0,78
1,4	0,54
1,5	0,28
1,6	0,11
1,7	0,06
1,8	0
1,9	0
2,0	0

Gedanken und Vorschläge zur Wertberechnung von Ziergehölzen.

Von

Landesbaurat Becker-Cassel.

(Mit 7 Textabbildungen.)

Die Besitzer von Ziergehölzen, denen einmal bei rechtlichen Auseinandersetzungen Gehölze bewertet worden sind, werden bestätigen können, dass diese Bewertung ihren Erwartungen wenig entsprochen hat, dass es ihnen mitunter schwergefallen, eine Anerkennung von Schönheitswerten überhaupt zu finden. Die Richter sind nicht selten, die dendrologische Schönheitswerte als ideelle Werte überhaupt nicht gelten lassen. Den Standpunkt solcher Richter kann man wohl begreifen, wenn man einmal Sachverständigen-Gutachten über Schönheitswerte durchgelesen hat. Derartige Werte werden durchweg mit mehr oder weniger vielen Worten begründet aber weder rechnerisch noch wirtschaftlich nachgewiesen. Es soll nun meine Aufgabe sein nicht nur derartige dendrologische Werte, sondern die Gesamtwerte von Ziergehölzen überhaupt rechnerisch und wirtschaftlich zu begründen.

Den Begriff „Schönheitswert" habe ich nur erwähnt, um an einem fasslichen Begriff von dem Wesen unserer Aufgabe eine Vorstellung zu geben. Für die weitere Behandlung der Wertberechnung des Ziergehölzes ist er weder hinreichend umfassend noch genügend definierbar, da für den Begriff der „Schönheit" am allerwenigsten Normen bestehen. Ich will ihn daher ersetzen durch den Begriff „Annehmlichkeitswert". Dieser Begriff umfasst alles, was durch seine äussere Erscheinung uns ein Gehölz wertvoll machen kann, nicht nur seine Schönheit, sondern unter Umständen deren bizarres Gegenteil, ferner die Zweckmässigkeit eines Gehölzes an einem bestimmten Standpunkt, seine Seltenheit usw. Dass derartige Annehmlichkeitswerte tatsächlich wirtschaftliche Werte sind, können wir allgemein an anschaulichen Beispielen leicht beweisen. Z. B. biete ein grosser Biergarten inmitten einer Stadt durch seine alte Bepflanzung seinen Besuchern einen so beliebten Aufenthalt, dass er seinem Besitzer eine hohe Wirtschaftlichkeit sichert. Nach Vernichtung des Baumbestandes biete der Garten ein solches Bild grossstädtischer Öde, dass der Besuch nachlässt und zwar in einem Mafse, dass dadurch die Wirtschaftlichkeit des ganzen Gasthausbetriebes gemindert wird. Wir könnten dann aus dem Mindergewinn des Betriebes unmittelbar den wirtschaftlichen Wert des Gehölzes

für den Betriebsinhaber zahlenmässig feststellen; dieser Wert ist zwar für den Wirt ein wirtschaftlicher Wert, aber für die Wirtschaftsbesucher ist er ein Annehmlichkeitswert, den die Besucher zugleich mit ihrem Bier mit mindestens dem Betrag bezahlt haben, der dem Wirt verloren geht. Dieser wirtschaftliche Wert bleibt nun dem Gehölz auch dann, wenn es vom Wirtschaftsbetrieb losgelöst wird und wenn die Besucher des Gehölzes, das dann seine Form dem neuen Zweck entsprechend geändert haben mag, dasselbe um seiner Annehmlichkeiten willen weiterhin aufsuchen, vielleicht sogar gegen Entgelt (botanischer Garten). Durch dieses Entgelt kann unter Umständen sogar die materielle Höhe des Annehmlichkeitswertes für das gesamte, mit Pflanzenwuchs bestandene Grundstück nachgewiesen werden.

Als zweites Beispiel nehmen wir einen hochwertigen Baublock in einer Stadt. Die Gemeinde bestimmt, dass der Block trotz seines hohen Bodenwertes der Bebauung entzogen werden soll, um als Parkanlage zur Erholung für die Bürger zu dienen. Die Gemeinde stellt dann den Annehmlichkeitswert der gesamten Anlage gleich dem Bodenpreis zuzüglich der Baukosten der gärtnerischen Anlage. Dass diese Annehmlichkeiten während des Jugendzustandes der Anlage nicht annähernd die Höhe der Annehmlichkeiten erreichen können, die die vollentwickelte Anlage bieten wird, ist selbstverständlich und wird sich vor allem im Besuch der Anlage ausdrücken. D. h. die Gemeinde wird in den ersten Jahren mit Verlust arbeiten und weniger einnehmen, als zur Verzinsung des Bodens und der Anlagekosten und zur Abschreibung der letzteren erforderlich ist.

Ob die Gemeinde tatsächlich Eintrittsgeld erhebt oder nicht, ist an sich gleichgültig und eine interne Rechnungsangelegenheit der Gemeinde. Genug, sie macht Defizit und muss dieses jährliche Defizit jährlich zu den Anlagekosten schlagen. D. h. der Buchwert steigt aus Veranlassung der Gehölzanlage. Die Stadt nimmt das hin in der sicheren Erwartung, dass die Anlage in späteren Jahren einer höheren dendrologischen Entwicklung einen lebhafteren Besuch geniessen werde, so dass sie aus den höheren Jahreserträgen die aufsummierte Buchschuld wieder abtragen kann. Dann ist also der *Annehmlichkeits*wert der Anlage mindestens gleich den aufsummierten Verlusten der Jugendjahre. Also auch hier können wir die Annehmlichkeitswerte als wirtschaftliche Werte erkennen, aber nicht ihren vollen Wert angeben.

Erkennen wir den Annehmlichkeitswert einer Gehölzanlage als wirtschaftlichen Wert an, so gilt das auch für die einzelnen Teile derselben und schliesslich auch für das einzelne Gehölz. Nun kann eingewendet werden, ein Ziergehölz könne in seinen Annehmlichkeiten schon deshalb keinen wirtschaftlichen Wert haben, weil es bei ihm ganz auf seine jeweilige Lage ankomme, ihm hafte kein absoluter Wert an, wie etwa dem Golde. Das ist aber eine Eigentümlichkeit aller Immobilien. Ein Grundstück in einer Grossstadt stellt einen ganz andern Wert dar wie das gleiche Grundstück in weltverlorener Heide. Das trifft sogar zu für völlig un-

bestrittene, wirtschaftliche Werte von Gehölzen. Z. B. hat ein Apfelbaum der günstig zum Absatzgebiet steht einen andern Wert wie der völlig gleiche Apfelbaum abseits vom Verkehrsgebiet. Da aber z. B. eine Sequoia im Innern Amerikas einen andern Annehmlichkeitswert hat wie die gleiche Sequoia in einem europäischen Ziergarten, so ist einleuchtend, dass der Ausdruck, der mir die wirtschaftliche Grösse des Annehmlichkeitswertes darstellt, mit einem Faktor behaftet ist, der den Einfluss der Lage berücksichtigt. Es ist nun unsere Aufgabe diesen Wert, der bisher ausschliesslich nach völlig unkontrollierbarem, persönlichem Empfinden angenommen wurde, auf streng sachliche Weise rechnerisch und wirtschaftlich in seiner Höhe zu begründen.

Ehe wir in eine spezielle Erörterung des Annehmlichkeitswertes eintreten, müssen wir uns über den Begriff des totalen Wertes eines Gehölzes klar werden. Der Annehmlichkeitswert kann niemals der gesamte Wert eines Gehölzes sein, vielmehr besteht der Wert eines jeden Gehölzes aus mindestens zwei, oft aber noch viel mehr Einzelwerten oder Einzelwertgruppen.

Von diesen ist der nächstliegende Wert, den alle Gehölze haben, der *Zuchtwert.* Z. B. will Jemand in einer Hecke eine Lücke schliessen, so erreicht er das durch eine Thuya, die so gross ist, dass sie diesen Zweck sofort nach der Pflanzung erfüllt. Von der Thuya wird weder Schönheit noch sonst etwas verlangt, sie braucht nur die Lücke zu schliessen; dann ist der höchste Wert, den sie in ihrem Leben hat, der Beschaffungswert, den sie im ersten Jahre hat, der Anlagewert. Bereits im zweiten Jahre ist sie weniger wert, wegen der verminderten Lebenserwartung und so fort bis zum letzten Lebensjahre, in dem ihr sogenannter Zuchtwert auf Null sinkt. Diesen Zuchtwert, der sich ohne weiteres aus dem Anlagewert ermitteln lässt, haben alle Gehölze; denn hätten sie denselben nicht, so hätten sie niemals gepflanzt werden können.[1])

Wenn wir auf einer Horizontalen die einzelnen Lebensjahre dieser Thuya als Abschnitte von gleichbleibender Länge darstellen, in den Abschnittspunkten Senkrechte errichten und auf diesen nach einem beliebigen Mafsstab den Zuchtwert der Thuya darstellen, so stellen die oberen Endpunkte dieser Senkrechten eine Kurve dar, die vom Jahre 0 an erst langsam, dann immer schneller bis zum Lebensende im Jahre n fällt.

Kurventafel, Abb. 74 (S. 510). Diese Kurve ist die Zuchtwertkurve. Ihre grösste Ordinate im Jahre 0 ist gleich dem Anlagewert. Unsere Thuya ist gepflanzt worden, damit sie einen bestimmten Zweck gleichmässig in ihrem ganzen Leben erfüllt; d. h. sie wirft in jedem Jahre durch Erfüllung ganz bestimmter, gleichbleibender Dienste eine immer gleichbleibende Bodenrente r ab. Wie gross r im vorliegenden Falle ist, interessiert uns nicht, aber wir sehen, dass die Zuchtwertkurve zugleich die Wertkurve für einen wirtschaftlichen Betrieb ist, der vom Jahre 0 bis n gleichmässig die Rente r

[1]) Um die Lektüre nicht zu erschweren, habe ich im textlichen Teil alle mathematischen Erörterungen weggelassen und in einem Anhang kurz angefügt.

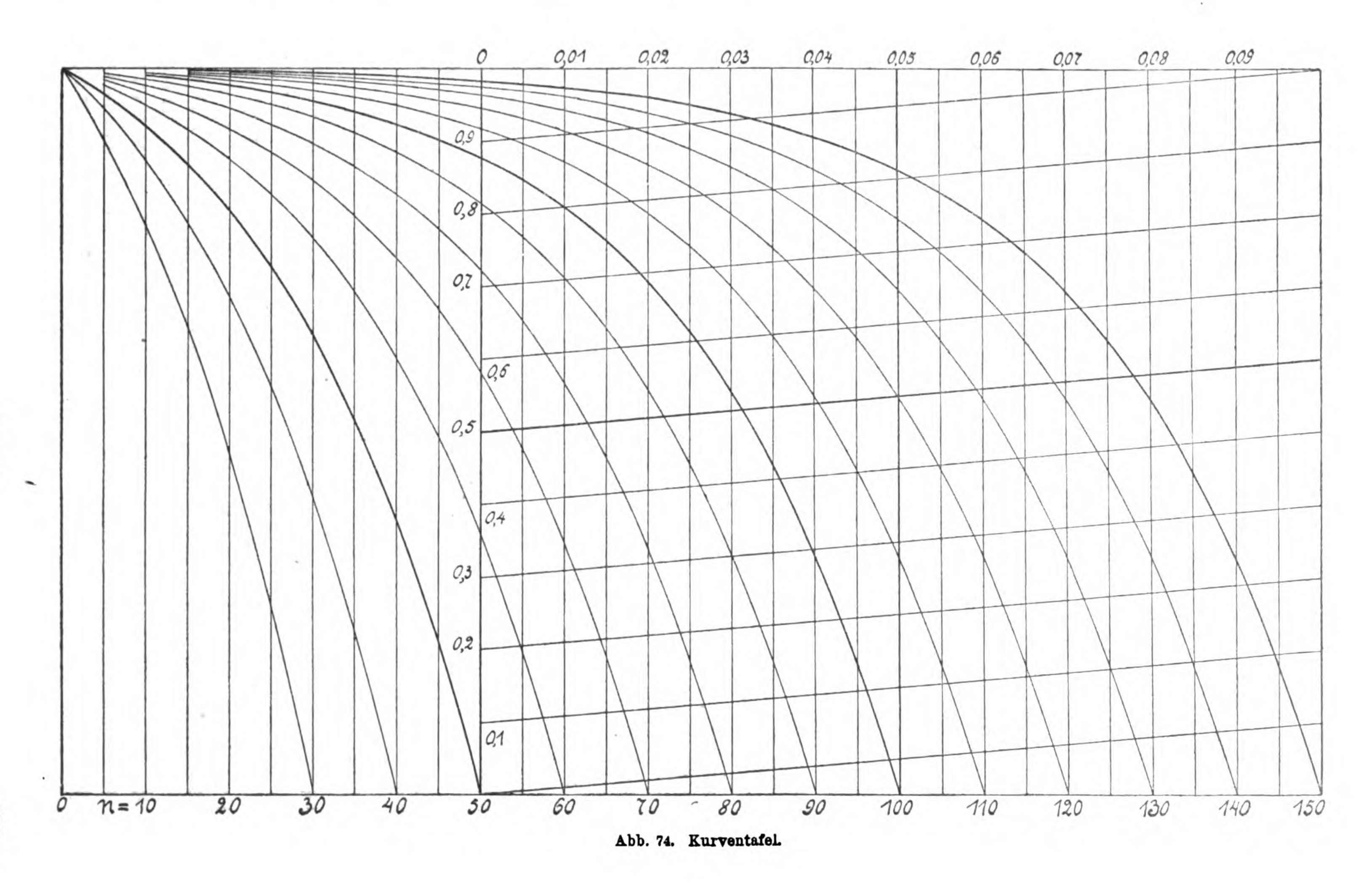


Abb. 74. Kurventafel.

abwirft. Eine äusserst wichtige Erkenntnis, auf der sich letzten Endes die gesamte Wertberechnung aller wirtschaftlicher Betriebe und damit auch aller Gehölze aufbaut.

Z. B. habe jemand für eine bestimmte Zahl von Jahren einen Anspruch auf eine jährliche Rente r, so kann man den Kapitalwert der Rente r für jeden Zeitpunkt darstellen durch eine gleichartige Kurve.

Die wirtschaftlichen Werte von perennierenden Gehölzanlagen lassen sich nicht so einfach darstellen, wie die oben behandelten Zuchtwerte,

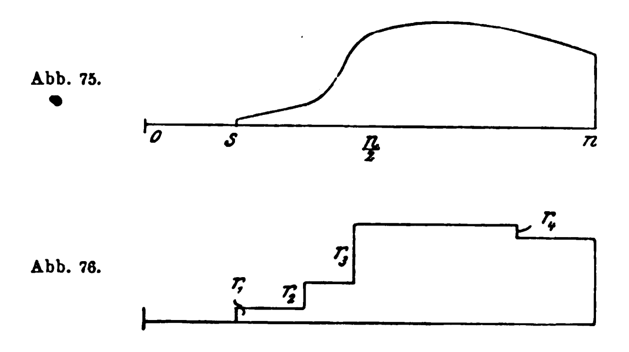


Abb. 75.

Abb. 76.

erstens, weil die durchschnittliche jährliche Rente r nicht konstant ist, sondern bei jungen Gehölzen kleiner ist wie bei vollentwickelten, zweitens, weil der Wert der Betriebsanlage nicht wie beim Zuchtwert bis zum Lebensende völlig verschwindet, sondern weil der Wert des unbestandenen Bodens

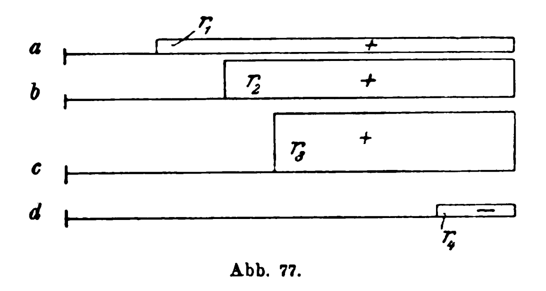


Abb. 77.

unverändert bleiben muss. Ich will das am Beispiel eines Obstbaumes erörtern. Die Höhe der gemittelten jährlichen Erträge eines Obstbaumes werde dargestellt durch die Kurve in Abbildung 75. D. h. von 0 bis s wirft der Baum keine Rente ab, im Jahre s beginnt die Rente allmählich zu wachsen bis kurz vor Lebensmitte, dort steigt sie in wenigen Jahren zur Maximalhöhe an, die sie längere Zeit beibehält, um dann wieder bis n etwas zu sinken und im Jahre n plötzlich aufzuhören. Mit einer solchen Reinertragskurve können wir heute noch nicht rechnen.

Ich habe statt ihrer sogenannte Reinertragsstaffeln, wie sie in Abbildung 76 dargestellt sind, eingeführt. Eine solche Reinertragsstaffel zerlege ich in soviel Einzelstaffeln, als sie Absätze hat und behandle statt eines Betriebes mit der in Abbildung 76 dargestellten Staffel z. B. 4 Betriebe mit den in Abbildung 77 a bis d dargestellten Staffeln. Ich kann

mich über die überaus interessanten Wertermittelungsverfahren, die sich aus dieser Auffassung herleiten lassen, hier nicht weiter verbreiten und muss mich auf das beschränken, was zur Ermittelung der von uns gesuchten Annehmlichkeitswerte unumgänglich nötig ist.

Wenn ich den wirtschaftlichen Wert irgend eines Betriebes ermitteln will, so muss ich die Form und absolute Höhe der Reinertragsstaffeln kennen, und zwar gibt mir die *Form* der Reinertragsfläche die *Form* der aus den Reinerträgen resultierenden Wertfläche. Die Höhe der Erträge hat auf die Form der Wertfläche keinen Einfluss. Um diese Sätze und den Unterschied zwischen Ertragsfläche und Wertfläche darzustellen, folgendes einfachste Beispiel.

Ein ländlicher Betrieb werfe durchschnittlich jährlich 1000 M. Reingewinn ab, dann ist die Ertragsfläche für einen beliebigen Zeitabschnitt ein Rechteck, dessen Basis gleich n Jahren, dessen Höhe gleich 1000 M. ist. Die Wertfläche, die mir den „*Ertragswert*“ des Grundstückes darstellt, ist ebenfalls ein Rechteck mit der Basis n und der Höhe $\frac{1000 . 100}{4}$ bei einem Zinsfuss von 4 %.

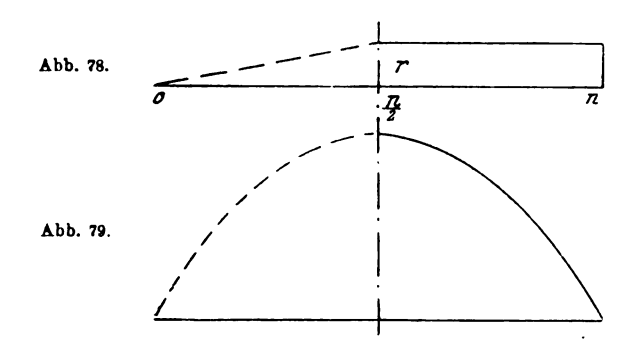
Ist die Ertragsfläche nicht mehr ein Rechteck, sondern irgend ein Vieleck, so wird die Ertragswertfläche von einer mathematischen Kurve begrenzt, die sich unschwer ermitteln lässt mit Hilfe der von mir gegebenen Gleichungen und der oben dargestellten Methode der Auflösung des Gesamtbetriebes in Staffelbetriebe von der Form in Abbildung 77a bis d.

Um die *Form* der Fläche der Werte, die für ein Gehölz aus Annehmlichkeiten entspringen können, zu finden, müssen wir uns klar werden über die jährlichen Annehmlichkeitserträge.

Eine soeben fertig gestellte Ziergehölzanlage hat im Sinne dieser Abhandlung Bodenwert und Zuchtwert, Annehmlichkeitswert hat sie noch nicht. Wird sie dem Besitzer im Augenblick der Fertigstellung vernichtet, so kann sie sofort für die Anlagekosten wieder neu erstellt werden, so dass dem Besitzer gar kein Ausfall an Annehmlichkeitserträgen entsteht. Die Annehmlichkeitserträge stellen sich aber allmählich ein zunächst in der Freude, die der Besitzer an dem Gedeihen der Anlage hat, bald auch in dem Genusse der landschaftlichen Wirkungen usw. Ich habe entsprechend den Ergebnissen meiner Untersuchungen bei Obstgehölzen angenommen, dass auch Ziergehölze in Lebensmitte die volle Höhe ihrer jährlichen Annehmlichkeitserträge erreicht haben, weil sie dann im allgemeinen ihr Höhen- und Breitenwachstum abgeschlossen haben. Ich habe dann weiter angenommen, dass der jährliche Annehmlichkeitsertrag r von Lebensmitte $\left(\frac{n}{2}\right)$ bis Lebensende (n) sich gleich bleibe. Wenn auch die äussere Erscheinung des Gehölzes in rein physischer Hinsicht nicht mehr die Vollkraft und Üppigkeit der Lebenshöhe bietet, so pflegen doch solche Gehölzgreise um ihrer bizarren Erscheinung willen oder aus ethischen Gründen so hoch geschätzt zu werden, dass diese Annahme hinsichtlich der Annehmlichkeitserträge gerechtfertigt erscheint. Die Kurve, die die Fläche

unserer Annehmlichkeitserträge begrenzt, verläuft dann ungefähr wie in Abbildung 78 dargestellt. D. h. sie beginnt im Jahre 0 mit 0 und wächst bis zum Jahre $\frac{n}{2}$ auf r an, von da an bleibt sie gleich bis Jahr n. Wir wissen aber nicht, wie die Kurve zwischen Jahr 0 und $\frac{n}{2}$ verläuft, ob sie gradlinig ist, oder irgendwie gekrümmt verläuft. Aus der Ertragsfläche in Abbildung 78 ergibt sich aber schon jetzt, dass die Wertfläche von $\frac{n}{2}$ bis n in einer Kurve verläuft, wie sie in Abbildung 79 dargestellt ist. Diese Kurve ist mathematisch genommen die gleiche wie die Zuchtwertkurve in Abbildung 74. Den Beweis habe ich im mathematischen Anhang erbracht.

Über den Verlauf der Ertragswertkurven aus Annehmlichkeiten in der Zeit von 0 bis $\frac{n}{2}$ (Abb. 79) wissen wir nichts bestimmtes, solange wir den Verlauf der Ertragskurve in Abbildung 78 im gleichen Zeitraum nicht



kennen. Jedenfalls haben mir aber meine umfangreichen Untersuchungen den Nachweis erbracht, dass wir bei einem gradlinigen Verlauf der Ertragskurve, wie er in Abbildung 78 angedeutet ist, eine Wertkurve erhalten, die der Wertkurve für den Zeitraum $\frac{n}{2}$ bis n annähernd gleich ist, d. h. die Wertkurve in Abbildung 79 hat in $\frac{n}{2}$ eine Symmetrieachse. Da wir es nun in den Annehmlichkeitserträgen mit „geschätzten“ Werten zu tun haben, die subjektiven Einflüssen unterworfen sind, also auf alle Fälle grössere Fehlerwahrscheinlichkeiten besitzen wie unser peinliches mathematisches Ermittelungsverfahren, so habe ich die Feststellung des Verlaufs der Ertragskurve in Abbildung 78 aufgegeben und angenommen, dass die Wertkurve in Abbildung 79 auf $\frac{n}{2}$ symmetrisch verlaufe. D. h. das Gehölz hat z. B. im fünften Jahr nach der Pflanzung denselben Annehmlichkeitswert, wie im fünften Jahr vor dem Tode. Es ist aber ein Leichtes den Annehmlichkeitswert in der Zeit von $\frac{n}{2}$ bis n abzuschätzen. Ist z. B. $n = 100$ und der abzuschätzende Baum 5 Jahre alt, so schätzen wir statt seiner einen ideellen Baum von 95 Jahren ab. Der Annehmlichkeitswert W_2 ist

also von $\frac{n}{2}$ bis n ein Vielfaches des Zuchtwertes W_1 oder

$$W_2 = x \,.\, W_1$$

und in der Zeit von 0 bis $\frac{n}{2}$ ist:

$$W_2 = x \,.\, W_1^{\,i}$$

darin ist $W_1^{\,i}$ der Zuchtwert des korrespondierenden Baumes, der um die tatsächlichen Lebensjahre des behandelten Baumes vom durchschnittlichen Lebensende seiner Gattung entfernt ist.

Mit Hilfe der vorstehenden Gleichungen können wir nun Ziergehölze ausserordentlich leicht, schnell und sicher abschätzen, wenn wir den Faktor x kennen. Ehe ich die Ermittelung von x erörtere, will ich zeigen, wie die Abschätzung praktisch vorgenommen wird.

In Abbildung 74 habe ich die Zuchtwerte für die verschiedenen Durchschnittsalter n eingetragen unter der Voraussetzung, dass der Anlagewert im Jahre 0 einen bestimmten Wert hat, den ich ganz nach meinem Belieben festsetzen kann, z. B. A = 1 M.

Über den Jahren 5, 10, 15 usw. können die Zuchtwerte genau abgriffen werden, für die übrigen Jahre können sie interpoliert werden.

Die Zahlen an der untern Grundlinie geben die Jahre an. Die Höhe zwischen der oberen und unteren Grundlinie ist gleich „1“ z. B. einer Mark, oder ein Frank oder 10 Mark, ganz wie man annehmen will. Den Raum über den Jahren 50 bis 150 habe ich ausserdem zur Anbringung eines Differenzialmafsstabes benutzt, mit dem man die mit dem Zirkel abgegriffenen Wertlänge von W_1 sofort in die Zahlengrösse übersetzen kann. Z. B. soll man den Zuchtwert eines Gehölzes ermitteln, dessen n = 30 ist und dessen voraussichtliche Lebenserwartung t = 10 ist, so nehme ich über dem Jahre 30 — 10 = 20 den senkrechten Abschnitt zwischen der Grundlinie und der Kurve, die im Jahre 30 die Grundlinie schneidet, also in unserer Kurventafel (Abb. 74) der ersten Kurve von links, in den Zirkel und verschiebe dann die Zirkelöffnung parallel nach rechts, bis die obere Zirkelöffnung zusammenfällt mit dem Schnittpunkt einer senkrechten und einer schrägen Mafsstablinie. Die Zahlenbenennung für die senkrechten Mafsstablinien stehen an der oberen Begrenzungslinie. Ich finde dann, dass in unserm Falle dieser Punkt gebildet wird von der Schrägen mit der Bezeichnung 0,4 und der Senkrechten mit der Bezeichnung 0,07, so dass ich den Wert 0,47 erhalte für den Fall, dass ich die ganze Höhe A gleich „1“ gesetzt habe, oder 47, wenn ich sie gleich „100“ setze. Wir setzen sie gleich 1,00 Mark und erhalten infolgedessen einen Zuchtwert von 0,47 M. Ist nun z. B. in dem von uns behandelten Fall A = 15 M., so ist $W_1^{20} = 15 \cdot 0{,}47 = 7{,}05$ M.

Ist in unserm Falle x = 2,5 so ist $W_2^{20} = 2{,}5 \,.\, W_1^{20} = 17{,}625$ M. und $W_{tot} = W_1^{20} + W_2^{20} = 24{,}68$ M., für den Fall, dass bei dem Gehölz nur Zuchtwert und Annehmlichkeitswert in Betracht kommen. Es können aber auch noch andere Werte in Frage kommen, z. B. Holzwert, wenn z. B. das Gehölz bei seinem Abgang im Jahr 30 einen gewissen Holzwert dar-

stellt, so wissen wir, dass dieser Holzwert H auf heute vorberechnet werden muss. Unsere Kurventafel (Abb. 74) hat nun die Eigenschaft auch diese Holzwerte zu enthalten. Nehmen wir an, dass im Jahr 30 der Holzwert $H = A = 1$ ist, so ist der auf das Jahr 20 vorberechnete Holzwert gleich dem Teil der Senkrechten zwischen der Kurve für $n = 30$ und der oberen Grundlinie, also gleich $A - W_1^{20} = 0{,}53$. Ist nun in unserm speziellen Fall der Holzwert im Jahre 30 z. B. gleich 18 M., so ist der heutige Vorwert $W_5^{20} = 18 \,.\, 0{,}53 = 9{,}54$ M. Ich betone ausdrücklich, dass eine Diskontierung des Holzwertes (18 M.) auf Jahr 20 falsch wäre, die Berechnung des Vorwertes muss nach der im Anhang gegebenen Formel für W_5 erfolgen.[1])

Wir wollen untersuchen, wie x gefunden wird.

Bei der Behandlung des Annehmlichkeitswertes haben wir die Kurve für Annehmlichkeitswerte wohl ihrer Form nach festgestellt, nicht aber ihrer faktischen Grösse nach. Wir kennen die Grösse sämtlicher Ordinaten einer Kurve, wenn wir die Grösse einer Ordinate kennen. Ich habe im Eingang meines Aufsatzes erörtert, wie z. B. im Falle des dort erwähnten Biergartens der Annehmlichkeitsertrag und daraus der Annehmlichkeitswert zahlenmässig annähernd ermittelt werden kann. Wir können in andern Fällen, wo wir es nicht mit unmittelbaren Erträgnissen zu tun haben, mitunter zu ziffernmässigen Angaben gelangen, indem wir uns in der betreffenden Anlage einen wirtschaftlichen Betrieb substituiert denken, indem wir z. B. bei einer Gehölzanlage in einer Stadt, die dem öffentlichen Verkehr ohne Abgaben freigegeben ist, einen wirtschaftlichen Betrieb zugrunde gelegt denken, der geldliche Einnahmen zeitigt; doch sind solche Annahmen schon anfechtbar und entbehren vor allem sicherer Grenzen. Im allgemeinen müssen wir uns damit abfinden, dass wir auf dem üblichen Wege, die Höhe der Werte aus der Höhe der Erträge zu ermitteln, bei den Annehmlichkeiten nicht zum Ziele gelangen. Ich habe deswegen in praktischen Fällen darauf verzichtet den tatsächlichen Annehmlichkeitswert festzustellen, sondern mich damit begnügt, Mindestwerte festzustellen.

Von einer Gehölzanlage werde ein massgebender Teil vernichtet. Dann gilt es nicht nur festzustellen, mit welchen Mitteln der frühere Zustand wieder hergestellt werden kann, sondern welche Mittel man zur Wiederherstellung nach realen Erwägungen aufwenden wird. Wenn z. B. in einer dreissigjährigen Gehölzanlage eine empfindliche Lücke entstanden ist, so kann man diese Lücke durch Nachpflanzen fünfunddreissigjähriger (einschl. Baumschulzeit) Bäume ausfüllen. Da das aber sehr bedeutende Kosten verursacht, so wird man sich in solchen Fällen die Frage beantworten müssen, ob man sich entsprechend der Bedeutung der Anlage nicht im höchsten Falle mit Nachpflanzung eines fünfundzwanzigjährigen oder viel-

---

[1]) Die von mir endgültig für die Berechnung von Zier- und Forstgehölzen entworfene Schätzungstafel enthält noch mancherlei Verbesserungen und Zutaten, die ich in der hier mitgegebenen Schätzungstafel weggelassen habe, um die Fasslichkeit und Übersichtlichkeit nicht zu erschweren.

leicht noch jüngeren Gehölzes begnügen will. Man schliesst dann: die höchste Aufwendung, die sich ein Besitzer leisten wird, ist die Nachpflanzung eines 25jährigen Baumes.

Beispiel: Es handelt sich um eine vernichtete Linde, die durch einen 25jährigen Baum ersetzt werden soll. $n = 100$, Pflanzkosten 12 M., Ersatzkosten 80 M. Dann wissen wir: der Gesamtwert einer 25jährigen Linde ist an der fraglichen Stelle mindestens 80 M. Dieser Gesamtwert besteht aus dem Zuchtwert, dem Annehmlichkeitswert und sonstigen Werten, die der Baum noch haben kann. Diese „sonstigen Werte“ wollen wir, um die Rechnung übersichtlicher zu halten, vorläufig gleich Null setzen. Aus unserer Kurventafel (Abb. 74) finden wir für $A = 1$ M. aus der Kurve für $n = 100$ den Zuchtwert $W_1^{25} = 0{,}97$ M. also für ein $A = 12$ den Zuchtwert $W_1^{25} = 12 . 0{,}97 = 11{,}64$ M.

Unser Annehmlichkeitswert ist $W_2^{25} = 80 - W_1^{25} = 68{,}36$ M.

$$x = \frac{W_2^{25}}{W_1^{75}} = \frac{68.36}{12 . 0{,}64} = 8{,}9.$$

Dieses x gilt dann für alle Gehölze einer Allee, einer Anlage, eines Gartens usw. Es genügt also, wenn wir x ein für alle mal sorgfältig errechnen. Ich erwähnte schon, dass wir für W_2 Mindestwerte errechnen; wenn wir also verschiedene x finden, so gilt immer das grösste x.

Ich habe das Verfahren „Die Ermittelung des Annehmlichkeitswertes mittels der *Ersatzhöchstleistung*“ genannt.

Nun kann eingewandt werden, dass das Verfahren dort nicht angewandt werden könne, wo die Besitzer auf die Herstellung der zerstörten Gehölzbilder keinen Wert legen; wo aber doch Annehmlichkeitswerte unbestreitbar vorhanden seien. Z. B. pflegt man in Baumpflanzungen an Landstrassen Lücken wohl schmerzlich zu empfinden aber nicht mit älteren Bäumen, sondern immer nur mit jungen Bäumen auszufüllen. Hier kann man ein anderes Verfahren zur Ermittelung von x anwenden. Wenn der Besitzer z. B. den Bestand nicht forstlich nutzt, sondern die Bäume um ihrer Annehmlichkeit willen bis zum Verderb stehen lässt, so können wir daraus auf die Höhe des Annehmlichkeitswertes schliessen.

Beispiel: Ein Unterhaltungspflichtiger lässt eine schlagreife Eiche, die einen Wert von 150 M. darstellt, nicht abtreiben, sondern will sie um ihrer Annehmlichkeiten willen bis zum Verderb stehen lassen.

Ihr sind noch 50 Jahre zuzusprechen, dann wissen wir:

$$W_2 = 150 - W_1$$

$$\text{also } x = \frac{150 - W_1}{W_1}$$

ist $A = 20$ M., so ist nach unserer Kurventafel (Abb. 74) für ein $t = 50$ und $n = 150$.

$$W_1^{100} = 20 . 0{,}862 = 17{,}24 \text{ M.}$$

und wir erhalten:

$$x = \frac{150 - 17{,}24}{17{,}24} = 7{,}7.$$

Ich habe dieses Verfahren „Die Ermittelung des Annehmlichkeitswertes mittels des *Wertverzichtes*“ genannt.

Das vorstehende Beispiel ändert sich ziffernmässig gar nicht im Falle, dass wir statt der Eiche einen forstlich ganz wertlosen Baum zu behandeln haben, wenn wir nur mit Sicherheit annehmen können, dass der Besitzer nicht nur einen forstlich wertlosen Baum um der Annehmlichkeiten willen wirtschaftlich verkommen liesse, sondern auch eine wertvolle Eiche oder sonst einen forstlich wertvollen Baum.

Für die praktische Anwendung der vorstehend angegebenen Ausführungen teile ich folgende Erfahrungen und Ermittelungen mit.

Selbstverständlich tut jede Verwaltung und jeder Besitzer gut, sich die Berechnung von x aktenmässig festzulegen und dieselbe dauernd durch tatsächliche Beispiele zu erhärten und zu verbessern. Ich habe gefunden, dass setzen können:

a) kleinere Gemeinden und Strassenbauverwaltungen $x = 1,5$ bis 4,0.

b) mittlere Stadtverwaltungen, gewöhnliche Anlagen, Privatgärten $x = 3,0$ bis 5,0.

c) Grosse Stadtverwaltungen, Bäder, botanische Gärten, Parkanlagen $x = 4$ bis 10.

Zur Berechnung der Ersatzhöchstleistung bedarf der Schätzer der Kenntnis der durchschnittlichen Lebensdauer n und des Höchstalters h, in dem noch Nachpflanzungen erfolgen können.

Herr Baumschulbesitzer MÜLLER-Langsur hat mir für diesen Fall folgende Klasseneinteilung gegeben, die dem Schätzer einen Anhalt geben kann.

A. Laubgehölze.

1. Harte Gehölze mit grosser Entwicklung, z. B. Quercus, Fagus, Fraxinus:

$$n = 100 - 150,\ h = \frac{n}{5}.$$

2. Harte Gehölze mit schwacher Entwicklung, z. B. Crataegus, Carpinus:

$$n = 60 - 80,\ h = \frac{n}{4}.$$

3. Weiche Hölzer mit starker Entwicklung, z. B. Tilia, Ulmus, Catalpa, Populus, Salix, Robinia, Platanus, Acer:

$$n = 80 - 100,\ h = \frac{n}{4}.$$

4. Weiche Hölzer mit schwacher Entwicklung, z. B. Cytisus, Rhus, Cerasus, Sorbus, Malus, Pruns, Acer negundo:

$$n = 50 - 60,\ h = \frac{n}{4}.$$

5. Baumartige Sträucher, z. B. Amygdalus, Malus, Crataegus, Fraxinus, Tilia, Fagus, Syringa, Sambucus:

$$n = 30 - 40,\ h = \frac{n}{2}.$$

6. Niedrige Sträucher, z. B. Forsythia, Spiraea:

$$n = 15 - 20,\ h = \frac{n}{2}.$$

B. Nadelhölzer.

1. Hochwachsende Arten, z. B. Picea, Abies, Pinus, Larix, Sequoia, Tsuga und als Ausnahme Taxus:

$$n = 80 - 100,\ h = \frac{n}{5}.$$

2. Schwach und strauchartig wachsende Arten, z. B. Chamaecyparis, Picea, Juniperus, Thuya:

$$n = 30 - 50,\ h = \frac{n}{4}.$$

Zur Technik des Schätzens bemerke ich allgemein, dass man bei Gehölzen vor Lebensmitte, die ihre volle Entwicklung noch nicht erreicht haben, das tatsächliche Alter zugrunde legt, bei Gehölzen, die ihre volle Entwicklung erreicht haben, die voraussichtliche weitere Lebensdauer, die sog. Lebenserwartung (t). Es mögen die für die durchschnittliche Lebensdauer (n) angenommenen Ziffern niedrig erscheinen. Diese Täuschung wird bei solchen, die sich noch nicht mit Schätzungen befasst haben, verursacht durch den Eindruck einzelner, besonders alter Stücke, von denen dann fälschlicherweise verallgemeinert wird. Die durchschnittliche Lebensdauer aller Gehölze, von der Pflanzung bis zum Lebensende gerechnet, ist viel geringer, als gemeinhin angenommen wird. Nun steht aber weder mathematisch noch wirtschaftlich etwas im Wege einem kräftigen und gesunden Gehölz, das notorisch $\frac{n}{2}$ überschritten hat, eine Lebenserwartung zu geben, die grösser ist als $\frac{n}{2}$.

Wir haben es beim Abschätzen von Gehölzen bei der Festsetzung der durchschnittlichen Lebensdauer im allgemeinen mit runden Zehnern zu tun, wir können uns daher die Werte von W_1 für $A = 1$ ein für allemal ausrechnen und dieselben entweder in Tabellen oder graphisch zur Darstellung bringen und dann mit diesen immer vorliegenden Resultaten die Schätzarbeit in ausserordentlich schneller und bequemer Weise erledigen. Ich ziehe die graphische Darstellung vor und habe in der beigegebenen Kurventafel (Abb. 74) die Wertkurven der W_1 für die Durchschnittsalter von $n = 30$ bis $n = 150$ dargestellt.

Zuchtwert, Annehmlichkeitswert und Holzwert können wir mit Hilfe der Kurventafel sehr schnell finden.

Namentlich bei Alleen aber können Gehölze auch mitunter erhebliche technische Werte besitzen, wenn sie technische Aufgaben erfüllen; z. B. als Schutzwehren irgendwelcher Art dienen. Es ist nicht Zweck dieses Aufsatzes auch diese Fragen hier zu behandeln, ich habe sie an andern Stellen erörtert.

Ferner ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass Ziergehölze auch eine Rente durch Früchte abwerfen, dann sind sie dieserhalb zu behandeln wie Obstgehölze, deren wirtschaftliche Werte ich aus ihren Reinerträgen nach einem ähnlichen graphischen Verfahren mit einer mathematischen Genauig-

keit zu ermittelen gelehrt habe, die uns die Mangelhaftigkeit unserer statistischen Feststellungen in allen Gehölzkulturen schmerzlich empfinden lässt.

Ich muss dieserhalb auf meine verstreuten Aufsätze in der periodischen Presse verschiedener Fachrichtungen verweisen.

Wir haben bisher nur von dem Gehölzwerte gesprochen, wir müssen aber bedenken, dass aus allen Reinerträgen, die aus Gehölzen entspringen, nicht nur deren Anlage verzinst und abgeschrieben werden muss, sondern dass aus ihnen vor allem die Bodenrente gedeckt werden muss.

Gehölzwerte sind weiter nichts als in früheren Zeiten verloren gegangene Bodenrenten. Also muss auch aus Annehmlichkeitserträgen ein Annehmlichkeitswert des Bodens entspringen. Nun kennen wir aber die Annehmlichkeitserträge gar nicht, sondern haben die Annehmlichkeitserträge unmittelbar auf spekulativem Wege gefunden. Wir können also die Bodenwerte aus Annehmlichkeiten nur mit Hilfe der Annehmlichkeitswerte der Gehölze auf nicht ganz einfachem rechnerischen Wege finden. Ich muss mich hier darauf beschränken, die Bodenwerte für $x = 1$ und den Anlagewert $A = 10$ anzugeben, sie sind für:

$n = 150$	$W_0 = 3,09$
$n = 120$	$W_0 = 3,11$
$n = 100$	$W_0 = 3,84$
$n = 80$	$W_0 = 4,78$
$n = 60$	$W_0 = 6,14$
$n = 50$	$W_0 = 7,23$
$n = 40$	$W_0 = 8,48$

Das W_0 bezieht sich dabei auf die ganze von dem Gehölz in Anspruch genommene Fläche.

Haben wir z. B. den Wert der Bodenfläche zu ermitteln, die von einer Catalpa in Anspruch genommen wird, in einem Park dessen $x = 7$ nachgewiesen ist, so erhalten wir für $n = 80$ und $A = 15$ M.

$$W_0 = 1,5 \,.\, 7 \,.\, 4,78 = 50,19 \text{ M.}$$

Ich habe schon oben erwähnt, dass Gehölzwerte nichts anderes sind als früher verloren gegangene Bodenrenten mitsamt ihren Zinseszinsen. Der rechnerische Nachweis hierfür ist einfach, ich muss aber hier darauf verzichten. Aus diesem Satz kann man unter Umständen ebenfalls den Nachweis für den wirtschaftlichen Wert von Ziergehölzen führen. Z. B. lasse eine Stadtverwaltung oder auch ein Einzelbesitzer inmitten einer Stadt ein Gelände, dessen Bauwert unbestritten ist, als Parkanlage ausbilden, dann hat die gesamte Anlage mindestens folgende Werte:

1. Bodenwert, hier gleich dem preisgegebenen Bauwert,
2. Zuchtwert,
3. einen Ertragswert, der gleich ist den verloren gegangenen Zinseszinsen des Bodenwerts in der Zeit der Aufzucht, wo die Anlage ihren Zweck als Parkanlage noch nicht oder nur unvollkommen erfüllt hat.

In diesen Verlust hat man sich gefunden in der sicheren Erwartung, dass er wieder eingebracht werde durch die höheren Annehmlichkeitserträge späterer Jahre.

Diese Gehölzwerte aus den Bodenwerten, die keineswegs immer Bauwerte sein müssen, sondern auch landwirtschaftliche Bodenwerte sein können, lassen sich unanfechtbar und sehr genau nachweisen, sind aber ebenso wie die nach obigem Verfahren ermittelten Annehmlichkeitswerte, nicht tatsächliche Werte, sondern nur Mindestwerte. Die tatsächlichen Werte müssen höher sein, denn wenn man sich aus der Bepflanzung nicht höhere Erträge versprochen hätte, wie aus der Bebauung, dann hätte man die Bepflanzung nicht vorgenommen. Für heute verbietet der Raum auf diese interessanten Beziehungen näher einzugehen.

Ich habe in vorstehenden Ausführungen, für die mir natürlich nur ein beschränkter Raum zur Verfügung stand, meine Theorie nur in ihren Grundzügen in diesem Blatte zum ersten Male zur öffentlichen Kritik gestellt. In ihren Einzelheiten, namentlich in ihrer wissenschaftlichen Begründung ist sie schon erheblich weiter entwickelt, aber dessen bin ich mir bewusst, dass wir erst im Beginn ihrer Möglichkeiten stehen und dass eine eingehende Erörterung über die Einzelheiten für die Fortentwicklung ebenso aufklärend wie fördernd sein wird.

Die mathematischen Grundlagen des Verfahrens.

Es ist:

n die *durchschnittliche* Lebensdauer des Gehölzes in Jahren,

A die Summe der Anlagekosten einschl. des Kapitals für Pflege in den ersten Lebensjahren in Mark,

0,0 p der Zinsfuss,

$q = 1{,}0\,p$,

t die Lebenserwartung des Gehölzes.

Dann ist der Zuchtwert

$$W_1 = A \cdot \frac{q^n}{q^n - 1} \cdot \frac{q^t - 1}{q^t}.$$

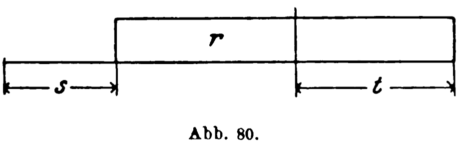


Abb. 80.

Ist r der durchschnittliche Reinertrag, den ein Gehölz vom Jahr $s + 1$ bis Jahr n bringt, dann ist der hieraus entspringende Gehölzwert für die Lebenserwartung t:

$$W_4 = \frac{r}{q - 1} \cdot \frac{q^n}{q^n - 1} \cdot \frac{q^s - 1}{q^s} \cdot \frac{q^t - 1}{q^t}.$$

Wenn wir berücksichtigen, dass $\frac{r}{q-1} \cdot \frac{q^s - 1}{q^s} = \text{const.}$ ist, so erhellt, dass wir für die Darstellung von W_4 in der Zeit s bis n dieselbe Kurve verwenden können, wie für W_1.

Es ist der reine Bodenwert der bestandenen Parzelle:

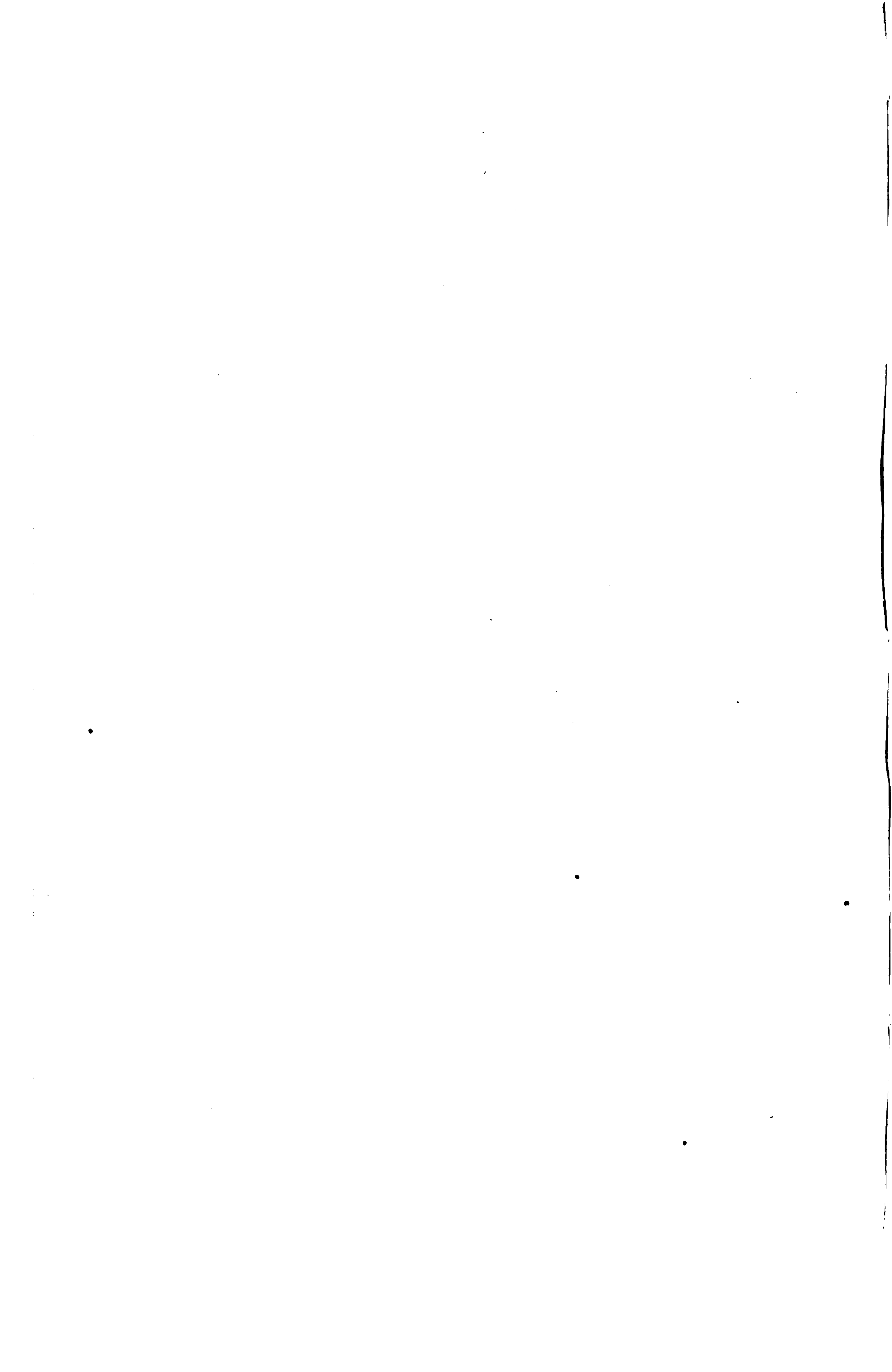
$$W_0 = \frac{r}{q-1}\left(1 - \frac{q^n}{q^n - 1} \cdot \frac{q^s - 1}{q^s}\right).$$

Angenommen der Holzwert im Jahre n sei gleich A, dann ist der Holzwert eines Gehölzes, dessen Lebenserwartung gleich t ist:

$$W_5 = A - A \cdot \frac{q^n}{q^n - 1} \cdot \frac{q^t - 1}{q^t} = A - W_1.$$

Diese Beziehung zwischen W_1 und W_5 ist für die graphische Darstellung von Wichtigkeit und bei der Benutzung der Tafel angewandt worden.

Ich mache darauf aufmerksam, dass ich in vorstehenden Formeln allen Faktoren die Form $\frac{q^m}{q^m - 1}$ gegeben habe; da nun nur eine beschränkte Zahl dieser Faktoren in der Praxis vorkommt, kann man sich diese ein für allemal ausrechnen und dadurch den Rechnungsgang vereinfachen.



Mitteilung aus der Pflanzenschutzstelle an der landwirtschaftlichen Hochschule in Bonn-Poppelsdorf.

1920. Nr. 1.

Über die geographische Verbreitung von Calonectria graminicola (Berk. und Brom.) Wwr. (Fusarium nival. Caes.) und die Bedeutung der Beize des Roggens zur Bekämpfung des Pilzes.

Von

E. Schaffnit.

(Hierzu Tafel VII.)

In meiner Arbeit über den Erreger der Schneeschimmelkrankheit habe ich bereits auf die Bedeutung der geographischen Verbreitung der an dieser Erscheinung beteiligten Fusariumarten hingewiesen,[1]) eine Frage, über die bis jetzt nur fragmentarische Notizen vorliegen. Die in Bromberg schon in den Jahren 1907 bis 1912 versuchten Feststellungen über das Auftreten und die Verbreitung der Schneeschimmelkrankheit im Beobachtungsbezirk der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelms-Instituts für Landwirtschaft führten zu keinem wesentlichen Ergebnis, weil Auswinterung infolge des Auftretens von Schneeschimmel in den Provinzen Posen und Westpreussen nur in geringem Umfange zu verzeichnen waren. Wenn Auswinterung in dem alten Bereich der im Osten gelegenen preussischen Kornkammern festzustellen ist, so beschränkt sich diese vorwiegend auf den Weizen, und zwar insbesondere auf die empfindlichen englischen und westdeutschen Zuchten, die je länger je mehr infolge ihres Mangels an Winterhärte durch solche ersetzt werden, die durch Kreuzung von Hochzuchten mit dem östlichen Klima besser angepassten Landrassen hervorgegangen sind.

In den weitaus überwiegenden Fällen der Auswinterung des Weizens handelt es sich um eigentliches *Erfrieren* infolge von Kältewirkungen, wobei allerdings berücksichtigt werden muss, dass disponierende Faktoren mitsprechen können, wie starke Infektion durch Braunrost im Herbst, das Auftreten von Schnecken, Feldmäusen usw. Die Folge ist in solchen Fällen vielfach ein bedeutender Substanzverlust, durch den der pflanzliche Organismus eine sehr erhebliche Einbusse an Widerstandskraft gegen Kälte erleidet.

---

[1]) Landw. Jahrb. Bd. XLIII, 1912, S. 106.

Die lediglich durch das Auftreten von Schneeschimmel hervorgerufene Auswinterung (die der Praktiker als „Ausfaulen der Saaten“ bezeichnet) tritt nicht nur im Osten, sondern überall in Deutschland, nur in besonders bedrohten Lagen auf, wo der Schnee im Frühjahr länger liegen bleibt und langsam abschmilzt. Wenn unser Altmeister der Pflanzenpathologie, SORAUER, der sich auch mit dem Studium des Schneeschimmels als Erster eingehender befasst hat,[1]) in seiner Bearbeitung der auf Veranlassung der D. L.-G. angestellten statistischen Erhebungen[2]) zu dem Schluss kommt, dass dem Schneeschimmel in den Jahren 1901—1902 kein nennenswerter Anteil an der grossen Auswinterung zukam, so ist dies sicher richtig. Zu dem gleichen Ergebnis kam in den Jahren 1906 und 1907 der seitherige Leiter der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelms-Instituts, Prof. SCHANDER,[3]) soweit es sich um den Osten Deutschlands handelte. In Deutschland ist der Schneeschimmel in rauhen Gebirgslagen, insbesondere an den Nordhängen, aber nicht in der Ebene zu Hause.

Mit dem Auftreten dieser besonderen Entwicklungsform des Pilzes Calonectria graminicola muss jedoch dessen geographische Verbreitung nicht notwendigerweise im Zusammenhang stehen. Es ist früher bereits nachgewiesen worden, dass die Entwicklung des Pilzes in anderen Formen und in anderen Gegenden während des ganzen Jahres vor sich gehen kann. Die Entwicklung von watteartigem Oberflächenmyzel (Schneeschimmel) setzt die längere Konstanz einer dampfgesättigten Atmosphäre voraus, wie sie während des langsamen Abschmelzens der Schneedecke im Frühjahr gewährleistet ist. Sie unterbleibt, sobald die relative Luftfeuchtigkeit mit dem Fortschreiten der Jahreszeit grössere Schwankungen aufweist; der Pilz ist dann auf endophytisches Wachstum und die Konidienfruktifikation beschränkt, tritt im Verlauf der weitern Entwicklung der Pflanze an der Halmbasis als Erreger von Fusskrankheiten und endlich während der Periode der Ausbildung der Frucht am Getreidekorn sebst auf. Die Spore gelangt bei Regen durch Kapillarwirkung zwischen die Spelzen und zum Hilus des Kornes.[4]) Hier keimt sie aus und besiedelt die Testaschichten.

Bei der Infektion des Roggenkornes durch Fusarienarten ist wohl zu scheiden zwischen der Primär- und Sekundärinfektion. Erstere ist die gefährlichere und wird nur durch die Konidienform der parasitären Calonectria graminicola, Fusarium nivale[5]) hervorgerufen. Fusarium rubiginosum, Fusa-

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. XI, 1901, S. 220 und Landw. Jahrb. Bd. XXXII, 1903, S. 1.

[2]) Arbeiten d. D. L.-G. Heft 62, 1901.

[3]) Mitteilg. d. Kaiser-Wilhelms-Instituts f. Landwirtschaft 1908. Bericht über das Auftreten von Krankheiten und tierischen Schädlingen a. d. Kulturpflanzen i. d. Provinz Posen und Westpreussen im Jahre 1907, S. 7.

[4]) Näheres über den Infektionsvorgang vgl. a. a. O. S. 72.

[5]) Den Namen Fusarium nivale für die Konidienform des Pilzes Calonectria graminicola, der die grössere Bedeutung für die Verbreitung zukommt, glaube ich beibehalten zu sollen, weil der Name für den Pilz allzu bekannt ist. Ähnlich ist man ja in anderen Fällen verfahren; so ist auch für die Nebenfrucht des Pilzes Venturia inaequalis der Name Fusicladium dendriticum in allen Lehrbüchern beibehalten, ja vielfach noch als der führende gebraucht, obwohl dies gegen die Regeln des DE CANDOLLEschen Systems verstösst.

rium metrachorum, Fusarium metrach. var. minor und Fusarium subulatum infizieren das Korn erst im *Reifestadium* und treten sehr häufig vergesellschaftlicht mit Fusarium nivale auf, wenn das Getreide wiederholten Durchnässungen während der Ernte ausgesetzt ist und das reife Korn infolgedessen wieder reichlich Wasser aufgenommen hat.

Der Fusariumbefall ist vorwiegend auf den Roggen beschränkt, da das Weizenkorn, wie schon früher dargelegt, bis zur Reife durch die besondere Stellung der Spelzen gegen die Aussenatmosphäre abgeschlossen und daher viel besser gegen Infektion geschützt ist als das Roggenkorn. In erhöhtem Maſse gilt dies von Hafer und Gerste. Meine Untersuchungen und Versuche über das Zustandekommen der Korninfektion haben in diesem Jahr durch die Natur die beste Bestätigung erhalten. Der Roggen war in der Rheinprovinz während der Entwicklung des Kornes einer länger anhaltenden Regenperiode ausgesetzt, die vor Beginn des Schnittes trockner, warmer, während der Ernte anhaltender Witterung wich. Nach der Untersuchung von zahlreichen Proben aus allen Teilen der Rheinprovinz weist der Roggen diesjähriger Ernte zum grösseren Teil Infektion durch Fusarium nivale auf.

Der Frage der Verbreitung pflanzlicher oder tierischer Schädlinge ist bis jetzt wenig allgemeine Beachtung geschenkt worden. Eingehendere Erhebungen in dieser Richtung haben bisher in Deutschland wohl nur die Agrikulturbotanische Anstalt in München, und die Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelms-Instituts für Landwirtschaft in Bromberg angestellt. Sie sind aber ausserordentlich wichtig, damit der Bekämpfung der Schädlinge in den Gegenden, in denen sie auftreten, besonderer Nachdruck verliehen werden kann. Unter diesem Gesichtspunkt hat auch die Feststellung der Verbreitung unseres Pilzes besonderes Interesse, eine Aufgabe, deren Lösung durch alljährliche Untersuchung einer grossen Anzahl von Roggenproben aus allen Teilen Preussens seit dem Jahre 1913 auf Pilzinfektion versucht wurde. Das Material ist mir liebenswürdigerweise von dem Leiter der Saatzuchtabteilung der Deutchen Landwirtschafts-Gesellschaft, Herrn Prof. Hillmann, Herrn Rittergutsbesitzer Dr. von Lochow, von Saatbauvereinen und Landwirtschaftskammern zugänglich gemacht worden, wofür ich den Genannten auch an dieser Stelle verbindlichst danke[1]).

Durch die angestellten Erhebungen konnte die kartographische Übersicht über die Verbreitung des Pilzes gewonnen werden, die einen Anhalt bieten dürfte, für welche Gegenden die Bekämpfung des Pilzes und Beseitigung der Folgeerscheinungen der Korninfektion durch das Beizen des Roggens von Interesse ist, denn man wird diese Massnahme, die eine neue wirtschaftliche Belastung für den Landwirt bedeutet, nur da zur Durchführung bringen, wo der Pilz nachweislich infolge der für seine Entwicklung besonders günstigen klimatischen Verhältnisse stärker verbreitet ist. In

[1]) Von der Veröffentlichung der umfangreichen zahlenmässigen Belege in Form eines tabellarischen Anhangs musste infolge der hohen Druckkosten und der durch die Papierknappheit gebotenen Beschränkung Abstand genommen werden.

diesem Zusammenhang ist auf die Bedeutung der Beize bereits im Jahre 1912 anhangsweise in meiner Arbeit über die Morphologie, Physiologie, Biologie und Systematik von Fusarium nivale und die vergesellschaftlicht mit diesem auftretenden Fusariumarten hingewiesen worden. Es wurden auch einige Beizversuche ausgeführt, die in der Folge HILTNER Veranlassung zu sachlichen und persönlichen Angriffen gaben und nicht unerwidert bleiben sollen, um Missverständnisse auszuschliessen. Wenn eine Stellungnahme im Verlauf dieser Abhandlung erst heute erfolgt, so liegt dies daran, dass ich infolge meiner Berufung nach Bonn im Jahre 1914 zunächst mit organisatorischen Arbeiten im Pflanzenschutzdienst vollkommen in Anspruch genommen war und weitere Versuche zur Veröffentlichung noch nicht abgeschlossen hatte, als ich zum Heeresdienst einberufen wurde. Vorausgeschickt sei zunächst, dass ich bereits im Herbst 1907, also zu einer Zeit, zu der auch HILTNER seine Beobachtungen begann, von dem damaligen Leiter der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelms-Instituts in Bromberg, Herrn Prof. SCHANDER, den Auftrag erhielt, in einer grösseren Arbeit über die Auswinterung des Getreides auch den Schneeschimmel als Auswinterungsursache zu berücksichtigen. Die in den folgenden Jahren ausgeführten Untersuchungen wurden im Jahre 1911 abgeschlossen, und mit Rücksicht auf den Umfang des Materials für sich veröffentlicht. Damit ist der HILTNERschen Meinung, ich stehe mit meinen Versuchen auf seinen Schultern, und hätte „seine Errungenschaften gewissermafsen neu zu entdecken" versucht, der Boden entzogen. Ausserdem bewegen sich die Veröffentlichungen von HILTNER in einer ganz bestimmten Richtung, deren Zug nach dem praktischen Erfolg zur Genüge zum Ausdruck kommt.

Was HILTNER und seine Mitarbeiter über den Krankheitserreger selbst veröffentlicht haben ist unvollständig und enthält Unrichtigkeiten. Wie die Bestimmung der von HILTNER und IHSSEN gefundenen Schlauchfrucht als Nectria graminicola und die Erkennung der Zusammengehörigkeit von Fusarium nivale und Nectria graminicola zustande kam, ist unklar. Den Nachweis der mutmasslichen Zusammengehörigkeit von Pilzen, deren Entwicklungskreis noch unvollständig erforscht ist, führt lediglich die Reinkultur und Erziehung der höheren Fruchtform aus der Spore der Nebenfruchtform oder umgekehrt.

Dies gelang weder HILTNER noch seinem Mitarbeiter IHSSEN, wie dieser ausdrücklich angibt.[1]) Die Autoren wussten auch die Konidienformen anderer Sichelparasiten, die vergesellschaftlicht mit Fusarium nivale auftreten, nicht unterzubringen und arbeiteten mit einer Mischart. Eine solche wurde s. Zt. mit Perithezien, die nicht zu Fusarium nivale gehörten, von ihnen Herrn Professor LINDAU zur Untersuchung eingeschickt.

LINDAU, dem ich gelegentlich meine Bedenken mitteilte, hat mir später selbst geantwortet, dass das Untersuchungsmaterial Veranlassung zu unrichtiger Bestimmung gegeben habe. Die gleiche schriftliche Mitteilung

[1]) Zentralbl. f. Bakteriologie, Parasitenkunde usw. Abt. II, Bd. 27, 1910, S. 48.

erhielt ich von Herrn Dr. WEESE in Wien, dem das IHSSENsche Material ebenfalls zur Bestimmung vorlag. WEESE stellte an diesem fest, dass die von IHSSEN gesammelte Schlauchfrucht keine Nectria war, sondern wahrscheinlich zu Leptosphaeria gehörte. In bezug auf die Richtigkeit der WEESEschen Nachprüfung dürfte jeder Zweifel ausgeschlossen sein; denn WEESE hat bei seinen Studien[1]) über die Arten der Gattung Nectria auch das Originalexemplar von Nectria graminicola Berk. et Br. aus dem Botanischen Museum in Keep (Herbarium Berkeley) untersucht. In seiner Arbeit über den Zusammenhang von Fusarium nivale mit Nectria graminicola[2]) auf deren Einzelergebnisse verwiesen sei, kommt WEESE zu folgendem Schluss: „Der von IHSSEN bei seinen Untersuchungen erhaltene Pilz kann daher unmöglich zu Fusarium nivale Sorauer als Askusform gestellt werden, denn er ist meiner Meinung nach sicher nicht aus dem Schneeschimmelpilz hervorgegangen und ganz unabhängig von diesem zur Ausbildung gelangt.“ [3])

Von meinen Reinkulturen habe ich im Jahre 1912 je ein Exemplar der Zentralstelle für Pilzkulturen in Amsterdam und ein Exemplar unserem besten Kenner der Sichelparasiten, Herrn Dr. WOLLENWEBER, zugestellt. Ebenso erhielt Herr Dr. WEESE in Wien auf seine Bitte ein Präparat aus der Reinkultur. Der Nachweis, dass der Pilz zur Gattung Calonectria gestellt werden muss, liess sich erst später führen. [4]) WOLLENWEBER teilte mir nach Erhalt meiner Reinkultur in einem Schreiben, das ich im Februar 1913 erhielt, mit, dass er im Jahre 1912 Fusarium nivale in Amerika im Freien gefunden, aus ihm auf Melilotusstengeln in der Reinkultur ebenfalls die höhere Fruchtform gezüchtet und in der Jahresversammlung der Phytopathologen in Cleveland, Ohio (4. 1.) über den Gegenstand schon berichtet habe WOLLENWEBER schickte mir gleichzeitig einen Abzug seines für die „Phytopathology“ im Druck befindlichen Manuskripts über: „The diagnosis of ascomycetes from their conidial stage,“ demzufolge er den Pilz bereits Calonectria graminicola genannt hatte. Da der Vergleich meiner Reinkultur mit der WOLLENWEBERschen ergab, dass es sich um den gleichen Pilz handelt und meine Veröffentlichung erst im März erschienen ist, ist WOLLENWEBER der prioritätsberechtigte Autor. [5]) Der Pilz führt demnach jetzt den Namen Calonectria graminicola (Berk. und Brom.) Wollenweber.

HILTNER fand, dass sich zur Abtötung des Pilzkeims am Roggenkorn das Sublimat am besten bewährt hat. Da aber der praktischen Anwendung dieses sehr giftigen Körpers grosse Bedenken entgegenstanden, wurde ver-

[1]) Studien über Nectriaceen, Zeitschrift für Gärungsphysiologie Bd. I, 1912, S. 139.

[2]) Ebenda Bd. II. Heft 4, S. 290.

[3]) Mit welchem Recht HILTNER in seinen späteren Veröffentlichungen noch die Autorenschaft für den gelungenen Nachweis der Zusammengehörigkeit von Fusarium nivale mit Nectria graminicola beanspruchen kann, sei dem Urteil des Mykologen überlassen.

[4]) Näheres darüber vgl. im Mycol. Zentralbl. Bd. 2, 1913, S. 253.

[5]) Diese Feststellung gleichzeitig als Bemerkung zu dem mir von HILTNER untergeschobenen kleinlichen Motiv: „Ich habe den Pilz *umgetauft*, so dass ich nunmehr selbst der Autor dieser Art sei.“

sucht, an Stelle des Sublimats anderweitige Beizmittel zur Anwendung zu bringen. Als Ersatzstoffe wurden von mir neben den bekannten Beizmitteln Formaldehyd und Kupfersulfat, Chinosol, von REMY Chlorphenolquecksilber in Vorschlag gebracht und verwendet. Formaldehyd und Kupfersulfat haben sich nach Mitteilung von APPEL im Anschluss an einen Vortrag, den ich im Winter 1912 in Berlin vor einer Versammlung von Mitgliedern der Gesellschaft zur Förderung Deutscher Pflanzenzucht hielt, Versuchen der Biologischen Reichsanstalt zufolge als Beizmittel gegen Fusariumpilze gut bewährt. MORTENSEN verwandte ebenfalls Kupfersulfat und erzielte gute und bessere Erfolge wie mit dem giftigen Sublimat.[1]) Gegen die Anwendung der genannten Beizmittel wandte sich HILTNER und erklärte sie für ungeeignet. Wenn HILTNER zu anderen Ergebnissen gekommen ist, so liegt dies zum grossen Teil am Untersuchungsmaterial, worauf auch SCHANDER und KRAUSE hinweisen, und an der Art seiner Versuchsanstellung. Roggen mit einem Fusariumbefall, wie er in Bayern nach HILTNERS Feststellungen vorkommt, (in den Jahren 1909—10 = 87 %, in den Jahren 1910—11 = 93 % aller untersuchten Proben, vgl. Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz 1912, Heft 9, S. 99) dürfte im übrigen Deutschland eine seltene Erscheinung sein. SCHANDER und KRAUSE unterzogen die HILTNERsche Sublimatbeize einer vergleichenden Prüfung mit anderen Beizmitteln und kamen zu folgenden Ergebnissen[2]), zu denen HILTNER bis jetzt m. W. nicht Stellung genommen hat.

„Schon eingangs wurde erwähnt, dass die Wirksamkeit der HILTNERschen Beize die volle Bedeutung nicht bei allen Roggenzuchten entfaltet, und dass z. B. einige Sorten der Ostprovinzen sich hier ganz anders verhalten. So ergaben z. B. Original-Petkuser und eine Absaat von Petkuser, von welcher letzteren die kleinen Körner ausgesiebt sind und in unseren weiteren Versuchen verwendet wurden, nachstehende Werte:

Behandlung	Keimkraftenergie		Triebkraft	Zahl der aufgelaufenen Pflanzen	Beurteilung d. Auflaufes		Ertrag auf 1 a in Kilogramm	
	am 3. Tg.	am 10. Tg.			am 25. 10.	am 14. 11.	Körner	Stroh
Unbehandelt . .	97	98	92	100	II	II	46,3	77,6
Nach HILTNER .	88	89	84	80	II	II	49,8	77,0
Petkuser II. Absaat, kleine Körner.								
Unbehandelt . .	97	97,5	92,5	100	II	II—I	42,9	83,7
Nach HILTNER .	88	89	84,5	102	II	II—I	38,4	76,3

Während die HILTNERsche Behandlung bei dem Original-Petkuser noch einen minimalen Mehrertrag wie die unbehandelte Saat an Körnern

[1]) Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Bot. Bd. 9, 1912, S. 15.

[2]) Berichte über Pflanzenschutz der Abteilung für Pflanzenkrankheiten, die Vegetationsperiode 1913/14, S. 66. Ich zitiere die Ergebnisse wörtlich, da die Bromberger Berichte nur einem beschränkten Leserkreis zugänglich sind.

ergab, war dieses schon nicht mehr der Fall beim Ertrag an Stroh. Ausserdem blieb die Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen bei der HILTNERschen Beize doch schon ganz bedeutend hinter den unbehandelten zurück (80 : 100). Noch bei weitem ungünstiger gestaltete sich dieses Verhältnis zwischen behandelt und unbehandelt bei Verwendung von Petkuser II. Aussaat für die Beizung nach HILTNER. Denn bei genannter Sorte trat direkt eine Verschlechterung sowohl im Körner- als auch im Strohertrage nach der Beizung ein. Auch die für die Keimungsenergie, die Keimkraft und die Triebkraft gewonnenen Zahlenwerte wurden durch die Beizung ganz ausfallend stark herabgedrückt. Von sämtlichen Zahlen zeigten sich nur beim Auflauf der Pflanzen nach der Behandlung ein Plus von zwei Pflanzen.

Auch bei einer weiteren kranken Sorte „von Pletten", die wir durch das Entgegenkommen von Herrn Prof. KIESSLING für Versuchszwecke erhielten, schnitt nicht nur die HILTNERsche Behandlung schlecht ab, sondern ergab in allen Fällen eine direkte Schädigung der in Frage kommenden Faktoren. Das Verhältnis zwischen unbehandelt und behandelt war nach unserm Versuchsprotokoll das der nachstehenden Tabelle:

Behandlung	Keimkraft-energie		Trieb-kraft	Zahl der aufge-laufenen Pflanzen	Beurteilung d. Auflaufes		Ertrag auf 1 a in Kilogramm	
	am 3. Tg.	am 10. Tg.			am 25. 10.	am 14. 11.	Körner	Stroh
Unbehandelt . .	94,5	95	80,5	100	I—II	II	44,6	89,8
Nach HILTNER .	67,0	73	61,0	75	I—II	II	35,4	77,1[1])

Weitere vergleichende Versuche von SCHANDER und KRAUSE über die Wirkung verschiedener Reizmittel auf den Feldauflauf, den Körner- und Strohertrag „mit einer typisch fusariösen Roggensorte" aus Bayern ergab folgendes: Der Feldauflauf war am besten nach der Behandlung von Chlorphenolquecksilber (0,1 % = 118 Pflanzen, 0,5 % = 128 Pflanzen; danach folgten Chinosol, 1 % Lösung = 98 Pflanzen, Sublimat nach HILTNER = 94 Pflanzen, Formalin 0,2 % = 92 Pflanzen). Im Ertrag ergab die Behandlung mit diesen Mitteln folgende Reihenfolge:

Behandlung	Ertrag auf 1 a in Kilogramm	
	Körner	Stroh
Unbehandelt	35,2	62,6
Sublimat nach HILTNER . . .	41,7	78,4
Chlorphenolquecksilber 0,5 % . .	41,3	73,6
Chinosol	40,1	73,4
Formalin	40,0	69,4

Die Überlegenheit des Sublimats gegenüber dem Chinosol ist nach diesen Versuchen nur gering. Die Autoren kommen daher zu dem Schluss

[1]) Landwirtsch. Zeitschr. f. d. Rheinprovinz 1914. S. 20.

„dass das Chinosol keineswegs völlig ungeeignet zur Fusariumbekämpfung ist, wie HILTNER und GENTNER berichten“. Die Unterschiede zwischen dem Chlorphenolquecksilber und Sublimat sind so gering, dass sie überhaupt nicht in Betracht kommen. Nach den Untersuchungen von REMY[1]) ist das Chlorphenolquecksilber dem Sublimat erheblich überlegen. Auf den mit Sublimat behandelten Keimpflanzen entwickelte sich in dampfgesättigter Atmosphäre ziemlich stark Oberflächenmyzel von Fusarium nivale, während nach Chlorphenolqucksilberbehandlung nur Spuren nachgewiesen werden konnten. Die Sublimatbehandlung ergab 10 % gerollte und nicht aufgelaufene Keime, nach dem Beizen mit einer 0,5 %igen Chlorphenolquecksilberlösung wurden nur 1 % kranke Keime festgestellt.

Das Sublimat und die unter Phantasienamen im Handel befindlichen, nach HITNERS Vorschrift angefertigten Präparate sind also keineswegs die allein brauchbaren Allheilmittel, und Versuche, für das Sublimat einen Ersatz zu schaffen, sind durchaus verständlich und berechtigt, ohne dass damit HILTNER zu nahegetreten werden sollte.

Die ersten, mit Chlorphenolquecksilber, das im Jahre 1912 noch nicht bekannt war, kurz nach dem Erscheinen meiner Arbeit ausgeführten Versuche und die während der Kriegsjahre über die Beizfrage erschienene Literatur gaben mir Veranlassung, das jetzt unter dem Namen Uspulun in den Handel kommende chlorphenolquecksilber-haltige Präparat gleichzeitig mit anderweitigen Mitteln einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Für die Beizversuche wurde teilweise bayerischer Roggen verwendet, der mir durch die Freundlichkeit von Herrn Professor KIESSLING in Weihenstephan zugänglich gemacht wurde, teilweise solcher, der aus der Rheinprovinz stammte. An Beizmitteln wurden geprüft: Chinosol, Kupfersulfat Formaldehyd und Sublimat, ferner folgende Mittel: Dinitrophenolnatrium, Nitrophenolzink, Nitrophenolaluminium, Chlorphenolnatrium, Chlorphenolquecksilber und Perozid.

1. Versuche mit bayerischem Roggen aus dem Jahre 1915, der im Jahre 1914 geerntet worden war.

(Siehe Tabelle 1, Seite 531.)

Die Ergebnisse dieser Versuche mit stark infiziertem, ein Jahr altem, bayerischem Roggensaatgut gestalteten sich etwas anders, als die in früheren Jahren von mir in Bromberg gewonnenen Resultate mit Roggen, der im Osten geerntet war.

Formaldehyd vermochte den Pilz nicht vollkommen abzutöten. Die Keimfähigkeit wurde bei 1/4 stündiger Einwirkung nicht beeinflusst, die Triebkraft jedoch um 7 % herabgesetzt. Bei 1/2 stündiger Einwirkung ist die Keimfähigkeit um 8,5 %, die Triebkraft um 15 % herabgemindert worden.

Durch die Bekrustung mit *Kupferkalkbrühe* und Behandlung mit *Kupfersulfat* konnte die Pilzentwicklung an den Keimpflanzen ebenfalls nicht völlig unterdrückt werden.

Tabelle 1.

Versuche aus dem Jahr 1915 mit bayer. Roggen, der im Jahre 1914 geerntet war.

Angewandtes Chemikal	Konzentration der Lösung	Dauer der Einwirkung Std.	Keimfähigkeit nach 10 Tagen im Sandbett %	Triebkraft nach 15 Tagen %	Entwicklung von Oberflächenmyzel von Fusarium nivale
Unbehandelt	—	—	93,0	86,0	stark
Formalin	2 : 1000	1/4	94,25	79,0	schwach
„	2 : 1000	1/2	85,5	71,0	„
Kupfersulfat	1 : 100	1/4	97,0	84,5	merklich
„	1 : 100	1/2	96,25	79,0	schwach
Kupferkalkbrühe . . .	2 : 100	bekrustet	98,5	85,0	schwach
Chinosol	1 : 1000	1/4	98,5	84,75	stark
„	1 : 1000	1/2	97,75	77,75	merklich
„	2 : 1000	1/4	96,75	81,75	„
„	2 : 1000	1/2	98,25	77,0	„
„	3 : 1000	1/4	98,25	80 25	„
„	3 : 1000	1/2	98,75	85,75	„
„	4 : 1000	1/4	96,5	85,5	„
„	4 : 1000	1/2	96,75	83,5	schwach
„	5 : 1000	1/4	93,5	74,5	„
„	5 : 1000	1/2	97,75	62,0	„
Nitrophenolzink . . .	0,05 : 1000	1/4	48,5	78,0	merklich
„ . . .	0,05 : 1000	1/2	97,5	82,5	„
Nitrophenolaluminium .	0,01 : 1000	1/4	96,75	77,5	schwach
„ . .	0,01 : 1000	1/2	96,25	73,5	„
Dinitrophenolnatrium .	1 : 1000	1/4	66,0	47,25	merklich
„ . .	1 : 1000	1/2	47,25	36,5	„
„ . .	2 : 1000	1/4	85,0	45,0	schwach
„ . .	2 : 1000	1/2	54,75	35,25	„
Chlorphenolquecksilber	1 : 2000	1/4	96,75	87,25	—
„ . .	1 : 2000	1/2	99,25	96,75	—
Sublimat	1 : 1000	1/4	94,5	88,25	—
„	1 : 1000	1/2	99,0	89,0	—

Die beiden Chemikalien Formaldehyd und Kupfersulfat sind demnach als Beizmittel nur geeignet, wenn es sich um schwach befallenes Saatgut handelt.

Chinosol blieb in einer Konzentration von 1 : 1000 bei 1/4 stündiger Einwirkung ohne Einfluss auf den Pilz; Keimfähigkeit und Triebkraft der behandelten Roggenkörner wurden nicht beeinträchtigt. Nach 1/2 stündiger Einwirkung der gleichen Lösung war die Entwicklung von Oberflächenmyzel gehemmt, aber nicht unterdrückt. Das gleiche Ergebnis wurde erzielt bei Erhöhung der Chinosolmenge auf 3 ‰ gleichzeitig wurde aber die Keimfähigkeit und Triebkraft etwas beeinträchtigt. Erst die 4 und 5 ‰-Lösungen

wirkten bei $^1/_2$stündiger Einwirkung stark hemmend auf die Myzelentwicklung, die $5\,^0/_{00}$ige Lösung beeinträchtigte aber gleichzeitig die Triebkraft sehr erheblich.

Die Lösungen der angewandten *Nitrophenolsalze* von *Natrium*, *Aluminium und Zink* erwiesen sich in allen Konzentrationen als ungeeignet.

Ebenso konnten mit *Chlorphenolnatrium* keine Erfolge in bezug auf die Pilzbekämpfung erzielt werden, während Keimfähigkeit und Triebkraft gleichzeitig in erheblichem Maſse ungünstig beeinflusst wurden.

Chlorphenolquecksilber tötete schon bei einer $^1/_4$stündigen Einwirkung in einer Lösung von 1 : 2000 die Pilzkeime restlos ab und erhöhte gleichzeitig die Keimfähigkeit der Roggenkörner auf 99,2 $^0/_0$, die Triebkraft auf 89 $^0/_0$.

Das *Sublimat* endlich wirkte unter den gleichen Verhältnissen ebenso wie Chlorphenolquecksilber.

2. Versuche mit bayerischem Roggen aus dem Jahre 1916, der im gleichen Jahre geerntet worden war.

Die folgenden Versuche wurden nach meinen Angaben von meinem Mitarbeiter und Stellvertreter während der Kriegsjahre, Herrn Dr. Voss ausgeführt und nicht nur die genauen Zahlen der befallenen Keimpflanzen in Töpfen festgestellt, sondern es wurde auch die Anzahl der gleichzeitig im Versuchsgarten aufgelaufenen Pflanzen ermittelt. Das Beizen wurde 1. unter Verwendung einer Modellbeizmaschine von Heid-Stöckerau, 2. nach dem Benetzungs- und Umschaufelverfahren und 3. nach der Tauchmethode bei verschieden langer Einwirkung des Chemikals vorgenommen. Zur Anwendung kam Sublimat, Chinosol, Formaldehyd, Perozid und anstelle von reinem Chlorphenolquecksilber in alkalischer Lösung 12 $^0/_0$ Quecksilber enthaltendes Uspulun. Chinosol wurde nach den Ergebnissen des vorangegangenen Versuchs nur in $4\,^0/_{00}$iger Lösung verwendet.

(Siehe Tabelle 2, Seite 533.)

Uspulun ist in diesem Versuch das einzige Chemikal, das in jeder Anwendungsform voll befriedigte. Es hat den Pilzkeim in allen Fällen abgetötet, Keimfähigkeit und Triebkraft wurden in keinem Fall beeinträchtigt, der Feldauflauf wurde erheblich verbessert.

Sublimat zeigt ähnliche Ergebnisse, wie sie Schander, Krause und Remy[1]) zu verzeichnen hatten. Triebkraft und Feldauflauf wurden erheblich beeinträchtigt. Normal waren Triebkraft und Feldauflauf bei Anwendung des Benetzungs- und Umschaufelverfahrens, also nach kurzer Einwirkungsdauer, während das Bad nach einer Einwirkungsdauer von 20 Minuten die Triebkraft bis auf 49,7 $^0/_0$ herabsetzte. Hinsichtlich der mykoiziden Wirkung befriedigte Sublimat nach Anwendung der Tauchmethode, während bei Anwendung des Benetzungs- und Umschaufelverfahrens der Pilzkeim nicht abgetötet wurde. *Uspulun* hat sich also in diesen Versuchen dem Sublimat als überlegen gezeigt.

[1]) Vgl. das oben Gesagte.

Tabelle 2.

Versuche aus dem Jahr 1916 mit bayrischem Roggen.

Nr.	Angewandtes Chemikal	Konzentration der Lösung ‰	Anwendungsform	Dauer der Einwirkung	Keimfähigkeit nach 3 Tagen %	Keimfähigkeit nach 10 Tagen %	Triebkraft nach 10 Tagen %	Triebkraft nach 15 Tagen %	Entwicklung von Oberflächenmyzel von Fusarium nivale %	Zahl der aufgelaufenen Pflanzen a. d. Fl. von 1 qm (Feldversuch)
1	Unbehandelt	—	—	—	97,25	97,25	82	91,25	18,3	97
2	Uspulun	2,5	Maschinenbeizung[1])	—	98	98,5	88,5	95,25	—	100
3	„	2,5	Tauchmethode	20 Minuten	97,25	98,25	87,25	94,25	—	87
4	„	2,5	„	1 Stunde	95,75	98,5	87	94,75	—	84
5	„	2,5	Benetzungs- und Umschaufelverfahren	—	94,75	98,75	79	92,25	—	94
6	Chinosol	4	Maschinenbeizung	—	98	98,5	83,5	94	—	83
7	„	4	Benetzungs- und Umschaufelverfahren	—	96,5	97,25	86	94,25	2,41	112
8	Formaldehyd	2	Maschinenbeizung	—	97,25	98,25	85,75	93	10,84	109
9	„	2	Benetzungs- und Umschaufelverfahren	—	98,5	98,75	92	87,5	11,95	84
10	Perozid	3	Tauchmethode	14 Stunden	96,25	97,25	83,5	91,25	14,07	99
11	„	3	„	9 „	99,25	99,75	81,75	92,25	4,88	109
12	Sublimat	1	Benetzungs- und Umschaufelverfahren	—	98	98,75	85,75	92,5	4,79	115
13	„	1	Tauchmethode	20 Minuten	93,5	96,25	54,75	62	—	86
14	„		nach HILTNER		61,5	78,5	24,75	49,75	—	60

[1]) Die Zeitdauer, bis das Saatgut die Maschine passiert hatte, betrug ca. 10 Minuten.

Chinosol hat bei Anwendung einer 4 ‰igen Lösung in der Beizmaschine seinen Zweck vollkommen erfüllt. Der Pilz wurde abgetötet, jedoch der Feldauflauf nicht wie durch Uspulun verbessert.

Formaldehyd hat Keimfähigkeit, Triebkraft und Feldauflauf nicht wesentlich beeinträchtigt, jedoch in bezug auf mykoizide Wirkung versagt.

Perozid, das versuchsweise in Lösungen von verschiedener Stärke angewandt wurde, vermochte den Pilz auch bei langer Einwirkungsdauer nicht vollkommen abzutöten. Keimfähigkeit, Triebkraft und Feldauflauf wurden nicht nachteilig beeinflusst.

3. Versuche mit Roggen aus der Rheinprovinz im Jahre 1919.

a) Versuche mit Chlorphenolquecksilber, Sublimat, Chinosol, Formalin und Kupfersulfat.

Tabelle 3.

Nr.	Angewandtes Chemikal	Konzentration der Lösung	Anwendungsform	Dauer der Einwirkung Min.	Triebkraft n. 10 Tagen %	Triebkraft n. 15 Tagen %	Infektion durch Fusarium nivale: Verpilzte Keimpflanzen %
1	Unbehandelt	—	—	—	91,0	91,0	13,0
2	Chlorphenolquecksilber (Uspulun 18 % Hg)	1 : 2000	Tauchmethode	15	91,0	91,0	—
3	„	1 : 2000	Tauchmethode	30	91,0	90,75	—
4	„	1 : 2000	Tauchmethode	60	90,0	91,0	—
5	Sublimat	1 : 1000	Tauchmethode	15	88,75	90,25	0,5
6	„	1 : 1000	Tauchmethode	30	90,0	90,75	—
7	„	1 : 1000	Tauchmethode	60	90,50	90,75	—
8	„	1 : 1000	nach HILTNER	60	89,75	90,50	—
9	„	1 : 2000	Tauchmethode	15	89,75	90,75	—
10	„	1 : 2000	Tauchmethode	30	91,25	91,5	—
11	„	1 : 2000	Tauchmethode	60	90,0	91,25	—
12	Chinosol	2 : 1000	Tauchmethode	15	89,25	90,25	—
13	„	2 : 1000	Tauchmethode	30	89,5	90,25	—
14	„	2 : 1000	Tauchmethode	60	90,0	91,0	—
15	„	4 : 1000	Tauchmethode	15	91,25	91,5	—
16	„	4 : 1000	Tauchmethode	30	89,0	90,25	—
17	„	4 : 1000	Tauchmethode	60	89,5	90,25	—
18	Formalin	2 : 1000	Tauchmethode	15	89,75	77,0	8,25
19	„	2 : 1000	Tauchmethode	30	89,75	79,0	1,5
20	Kupfersulfat	1 : 100	Tauchmethode	15	90,5	88,75	3,5
21	„	1 : 100	Tauchmethode	30	89,0	81,75	—

Aus diesen Versuchen geht in erster Linie hervor, dass sich die Entwicklungsform des Pilzes, in der er am frisch geernteten Roggenkorn vorhanden ist, also im Myzelzustand, leichter abtöten lässt als in Dauerformen (Chlamydosporen, plektenchymatische Komplexe usf.), in die er mit zunehmendem Wassermangel des Substrats, also beim Eintrocknen des Kornes, übergeht. Es hat sich weiter gezeigt, dass das Myzel durch

Chlorphenolquecksilber in einer Konzentration von 1:2000 schon bei einer Einwirkungsdauer von 15 Minuten abgetötet wird.

Durch die *Sublimat*beizung wurden im wesentlichen die gleichen Ergebnisse erzielt, wie mit dem organischen Quecksilbersalz.

In bezug auf *Chinosol* ist hervorzuheben, dass in diesem Versuch eine Lösung von 2:1000 genügte, um das Korn völlig von dem Pilz zu befreien.

Durch die *Formalin*behandlung wurde die Triebkraft erheblich beeinträchtigt und die Pilzinfektion auch bei längerer Einwirkung des Chemikals nicht restlos beseitigt.

Günstig wirkte die Behandlung mit *Kupfersulfat* bei einer Einwirkungsdauer von 30 Minuten. Es gelang sämtliche Keimpflanzen zu entpilzen, ohne dass Keimfähigkeit und Triebkraft wesentlich beeinträchtigt wurden.

Schliesslich zeigt der Versuch, dass das Ergebnis von Beizversuchen wesentlich durch das zum Beizen verwendete Getreide und dessen Alter beeinflusst wird. Stärkerer Fusariumbefall setzt die Erhöhung der Konzentration der Beizlösung voraus, bei schwachem Befall können verdünntere Lösungen Anwendung finden.

b) Versuche mit Uspulun.

Tabelle 4.

Nr.	Angewandte Chemikal	Konzentration der Lösung	Anwendungsform	Dauer der Einwirkung Min.	Triebkraft n. 10 Tagen %	Triebkraft n. 15 Tagen %	Infektion durch Fusarium nivale: Verpilzte Keimpflanzen %
1	Unbehandelt	—	—	—	91,0	91,0	13,0
2	Chlorphenolquecksilber (Uspulun 18 % Hg)	1:2000	Tauchmethode	15	91,0	91,0	—
3	"	1:2000		30	91,0	90,75	—
4	"	1:2000		60	90,0	91,0	—
5	"	1:4000		15	91,0	91,25	—
6	"	1:4000		30	89,0	91,0	—
7	"	1:4000		60	90,75	91,0	—
8	"	1:6000		15	91,0	91,5	—
9	"	1:6000		30	89,0	90,75	—
10	"	1:6000		60	89,25	90,5	—
11	Chlorphenolquecksilber (Uspulun 12 % Hg)	1:2000		15	89,75	90,0	—
12	"	1:2000		30	90,25	91,75	0,5
13	"	1:2000		60	91,5	92,0	—
14	"	1:4000		15	87,25	89,75	—
15	"	1:4000		30	91,5	91,75	—
16	"	1:4000		60	90,5	91,5	—
17	"	1:6000		15	89,0	90,75	—
18	"	1:6000		30	90,5	91,5	—
19	"	1:6000		60	91,25	91,75	2,5

Uspulun wurde in diesem Versuch in verschiedenen Konzentrationen angewendet, um festzustellen, wie weit der Verbrauch an Uspulun eingeschränkt werden kann, ohne dass Misserfolge beim Beizen zu befürchten sind. Es wurden beide Präparate, das alte, 12 % Quecksilber enthaltende und das neue 18 %ige Uspulun geprüft. Das Ergebnis war, dass durch das z. Zt. im Handel befindliche Uspulun das Fusariummyzel noch in einer Lösung von 1:6000, selbst bei kurzer Einwirkungsdauer restlos abgetötet wurde, während der gleiche Erfolg bei Verwendung des 12 %igen Präparats nicht erzielt werden konnte. Da ein stärkerer (über 25 %) Fusariumbefall des Roggens mit Ausnahme besonders bedrohter Gebiete selten stattfindet, wird sich das Beizen gegen Fusarien durch Verwendung verdünnter Lösungen wesentlich verbilligen lassen.

Die Zusammenfassung sämtlicher Versuche ergibt folgendes: *Die Wirkung des Chemikals wird in hohem Maſse beeinflusst durch das zum Beizen verwendete Saatgut. Von ausschlagender Bedeutung ist der Grad des Fusariumbefalls, das Alter und die Herkunft des Saatgutes. Beizmittel, durch die das an frisch geernteten, schwach befallenen Roggenkörnern parasitierende Fusariummyzel vollkommen abgetötet wurde, versagten bei Verwendung von stark von Fusarium nivale infiziertem und gealtertem Getreide, oder aber die Beizmittel mussten in so starker Konzentration angewendet werden, dass Keimfähigkeit und Triebkraft des Getreides zu sehr beeinträchtigt wurden.*

Unter den verwendeten Chemikalien ist das Uspulun das einzige Mittel, das sich in allen Versuchen als wirksam erwiesen hat. Es ist den übrigen angewendeten Beizmitteln entschieden überlegen und verdient daher den Vorzug vor diesen. Da aber das Uspulun ebenso wie das Sublimat Quecksilber enthält, wird man einwenden, dass gegen seine Anwendung ebenso wie die des Sublimats Bedenken bestehen. Es ist daher noch die Frage seiner Giftigkeit zu betrachten.

Der Quecksilbergehalt des Chlorphenolquecksilbers beträgt 60 %, der des Uspuluns (in dem als wirksame Substanz das Chlorphenolquecksilber enthalten ist) 18 %. Das Sublimat enthält 74 % Quecksilber, also etwas mehr als das vierfache des Quecksilbergehaltes des Uspuluns. Nach den Untersuchungen von KÜSTER und GÜNZLER[1]) ist das Verhältnis zwischen Chlorphenolquecksilber und Sublimat in bezug auf Giftigkeit 1:4. Bei Verabreichung von 0,008 *g* Quecksilber in Form von Quecksilberchlorid wird eine Maus nach 3 Tagen getötet. Um mit Chlorphenolquecksilber oder Uspulun eine Maus in der gleichen Zeit zu töten, sind 0,059 *g* Quecksilber, also das $7\frac{1}{2}$fache der in Form von Sublimat verabreichten Quecksilbermenge nötig. Das Sublimat wird bei der Beizung in 0,1 %iger Lösung, also mit einem Gehalt von 0,074 *g* Quecksilber angewandt, das Uspulun in 0,25 %iger Lösung, also mit einem Quecksilbergehalt von 0,045 %. Daraus ergibt sich, dass die Beizsublimatlösung etwa die doppelte Menge Quecksilber enthält, wie die nach Vorschrift hergestellte Uspulun-

[1]) Hygienische Rundschau, Jahrg. 26, S. 729, Berlin 1916.

beizlösung, dass ferner die 0,25 %ige Uspulunlösung etwa 7 mal weniger giftig ist wie die 0,1 %ige Sublimatlösung. 40000 Roggenkörner wiegen etwa 1 *kg* und enthalten nach der Beizung nach dem Benetzungsverfahren mit 0,5 *g* Uspulun etwa 0,09 *g* Quecksilber. Am einzelnen Korn würden also $^{2}/_{1000}$ Milligramm Quecksilber haften. Im Hinblick auf die genannten Zahlen erscheint die Gefahr des Auftretens von Gesundheitsschädigungen beim Verfüttern von gebeiztem und selbst nicht gewaschenem Saatgut gering. Wird das Getreide aber mehrmals nachträglich mit Wasser gewaschen, so dürften überhaupt keine Bedenken gegen die Verfütterung bestehen, denn das Chlorphenolquecksilber lässt sich durch mehrmaliges Waschen mit Wasser zum grossen Teil entfernen. Getreide, das mit Sublimat gebeizt wurde, lässt sich weniger leicht von diesem wieder befreien. Die Gründe sind folgende: Eiweiss wird aus kolloidalen Lösungen durch Zusatz und längere Einwirkung von Metallsalzen niedergeschlagen. Je nach dem Charakter des Salzes und dem der Eiweisskörper, der Dauer der Einwirkung der aussalzenden Stoffe, der An- und Abwesenheit von Schutzkolloiden und Säuren, der Konzentration der Lösung und der Temperatur, ist der Ausscheidungsprozess reversibel oder irreversibel. Schwermetallsalze lösen stets irreversible Reaktion aus. Durch Quecksilberchlorid niedergeschlagenes totes Eiweiss wird unter allen Umständen derart verändert, dass es nicht wieder in den ursprünglichen Zustand zurückgeführt werden kann, es wird denaturiert. Das Gleiche wie für Eiweisslösungen gilt für gequollene Eiweisskörper. Gibt man in einem Reagenzglas zu kolloidal gelöstem Pflanzeneiweis, z. B. klar filtrierten Presssäften von grünen Pflanzen oder zu schwach alkalischen Lösungen von Sameneiweiss, z. B. von Conglutin aus Lupinensamen in Wasser, einige Tropfen einer Sublimatlösung, so bildet sich sofort ein flockiger Eiweisssalzniederschlag, aus dem das Schwermetallsalz durch einfaches Waschen nicht entfernt werden kann. Das gleiche Ergebnis wird erzielt, wenn man einen wässrigen Auszug aus der gepulverten Fruchtschale von Roggenkörnern mit Sublimatlösung versetzt. Die folgerichtige Ableitung hieraus ist, dass beim Beizen von Getreide Quecksilber in den Testaschichten, die stets Protoplasmareste enthalten, aufgenommen und durch die Entstehung eines unlöslichen Reaktionsproduktes gespeichert wird. Der Sublimatgehalt der Beizflüssigkeit müsste demnach gleichzeitig ganz erheblich abnehmen. Dass dies in der Tat der Fall ist, lässt sich leicht nachweisen. Der genaue Quecksilbergehalt einer Sublimatbeizlösung (1 ‰) wurde mit 0,078 % Quecksilber ermittelt. Nach einstündigem Aufenthalt von 25 *kg* Getreide in der Beizflüssigkeit (= 50 *l*) wurde nur noch 0,045 % Hg gefunden. Der Quecksilbergehalt der Beizflüssigkeit hat also um rund 40 % abgenommen, die Menge, die gleichzeitig während des Aufenthaltes der Körner in der Beizflüssigkeit von diesen aufgenommen wurde. Die Quecksilberbestimmung wurde in folgender Weise ausgeführt: 100 *ccm* der Beizflüssigkeit wurden in der Kälte mit Schwefelwasserstoff gesättigt. Nach dem Absetzen des Quecksilbersulfidniederschlages wurde durch einen Goochtiegel filtriert, mit

Wasser nachgewaschen, bei 105° C. im Thermostaten getrocknet und gewogen.

Der folgende Versuch beweist weiterhin, dass das Quecksilber derart im Korn befestigt wurde, dass es durch Auswaschen nicht entfernt werden konnte. Ich liess in einer Mühle 1 Ztr. Roggen abschälen und gewann auf diese Weise die dünne Fruchtschale des Roggenkornes. Von dieser wurden zunächst 8 *g* eine Stunde in Sublimatlösung (1:1000) gebracht. Die Schalen wurden danach getrocknet, dann 3 Stunden in fliessendem Wasser gewaschen, wiederum getrocknet, danach fein gemahlen und auf Quecksilbergehalt geprüft. In dem Auszug liess sich leicht Quecksilber nachweisen. Die Substanz wurde wie folgt behandelt. Eine genau abgewogene Menge der mit Sublimat gebeizten Roggenschalen wurde in etwas Wasser aufgenommen und mit konz. Schwefelsäure unter Zusatz von Kaliumpermanganat am Rückflusskühler gekocht. Nach vollständiger Oxydation und dem Erkalten wurde etwas konz. Salzsäure hinzugefügt und erneut zum Sieden erhitzt. Darauf wurde filtriert, die Säure etwas abgestumpft und das Quecksilber, wie oben beschrieben, in schwach saurer Lösung als Sulfid gefällt. Die quantitative Bestimmung ergab für 1 *g* Substanz 0,0084 *g* Quecksilber.

Das aussalzende Quecksilberchlorid wird in den peripherischen Schichten des Kornes bei der Denaturierung des in Zellen vorhandenen Eiweisses in analoger Weise wie nach dem bekannten Vorgang in vitro von dem entstandenen Eiweissniederschlag festgehalten.

HILTNER hat beobachtet, dass die Sublimatbeize auch eine schützende Wirkung auf das Korn gegen Bodeninfektion entfaltet, ohne allerdings diese Behauptung zu begründen und den Ursachen, die seiner Feststellung zugrunde liegen konnten, nachzugehen. An der Hand dieser Darlegungen dürfte sich wohl auch die etwa vorhandene, schützende Wirkung der Sublimatbeize erklären lassen.

Anders gegen Eiweisslösungen usw. verhält sich das Chlorphenolquecksilber. Das Hg ist in dieser Verbindung nicht frei ionisiert, sondern in dem Kohlenstoffring so fest gebunden, dass es aus diesem nur durch gewaltsame Zerstörung des Ringes frei wird. Die Lösung von Chlorphenolquecksilber gibt infolgedessen in Eiweisslösungen usw. keine Niederschläge wie die Quecksilberchloridlösung. Aus dem gleichen Grund unterbleibt auch bei der Einwirkung von Chlorphenolquecksilberlösung auf Gegenstände aus Metall, die durch alle Quecksilbersalzlösungen, in denen das Quecksilber frei jonisiert, hervorgerufene Amalgamierung.

Die Hagelgefahr in Nord- und Mitteldeutschland.

Von

Prof. Dr. Th. Arendt,
Abt.-Vorst. am Meteorolog. Institut in Berlin.

(Mit 10 Textabbildungen.)

Über die Hagelverhältnisse Nord- und Mitteldeutschlands liegt ein umfangreiches Beobachtungsmaterial vor. Zum Teil verdankt man dieses dem Eifer und der Tätigkeit der meteorologischen Beobachter. An den 3500 Orten, die vorwiegend dem Netze des Preussischen Meteorologischen Instituts angehören, werden seit vielen Jahren regelmässig Aufzeichnungen der Hagelfälle ausgeführt. Einen besonders starken Zuwachs an Beobachtern erhielt das Netz gegen 1890 durch die damals einsetzende Vermehrung der Regenstationen, denen die Berichterstattung über alle vorkommenden Hydrometeore obliegt. Leider werden die von den Regenstationen herrührenden Meldungen über Hagel- und Graupelfälle aus zwingenden Gründen vom Meteorologischen Institut nicht mehr veröffentlicht, wodurch natürlich die Verwertung des Materials in grösserem Umfange erschwert wird. Eine eingehende Bearbeitung desselben ist bisher nicht erfolgt; nur ein Teil hat bisher bei kleineren Untersuchungen Verwendung gefunden [1]).

Ausserdem lieferte das Preussische Statistische Landesamt die Unterlagen für eine Hagelstatistik, die in grösserem Umfange im Jahre 1883 einsetzte, aber im Jahre 1909 wieder eingestellt wurde. In Preussen war bis 1883 in den für die Ermittelung des Ernteertrages benutzten Erhebungsformularen bei den einzelnen Fruchtarten nur zu verzeichnen, ob etwa die Ernte infolge von Naturereignissen oder aus anderen Ursachen beeinträchtigt worden war. Von 1883 ab ist nicht nur der Hagelschaden, sondern auch die Hagelhäufigkeit ganz allgemein ermittelt worden.[2]) Die Fragen waren für praktische Zwecke zugeschnitten, und so handelt es sich bei den Angaben des Schadens um Abschätzungen der Summen in Mark, welche dem Verlust der schnittreifen Ernte entsprachen. In gewisser Zeitfolge wurden vom Statistischen Landesamt umfangreiche Berichte, enthaltend Mitteilungen und Tabellen über die gewonnenen Beobachtungsergebnisse, bekanntgegeben.

---

[1]) G. Lachmann, Hat das Schiessen mit Geschützen Einfluss auf Gewitter- und Hagelbildung? Meteorolog. Zeitsch. Bd. 18, S. 559—566. — Th. Arendt, Gewitter und Hagelgefahr. Meteorolog. Monatsschrift „Das Wetter". Bd. 22, S. 49—55, 73—82 — G. Hellmann, Graupel und Hagel. Die Niederschläge in den Norddeutschen Stromgebieten. Bd. 1, S. 238—241.

[2]) Preuss. Statistik, Die Ergebnisse der Ermittelung der landwirtschaftlichen Bodenbenutzung und des Ernteertrages im Preuss. Staate im Jahre 1883, LXXXI, S. 46 u. 69.

Das über 25 Jahrgänge umfassende Material, nach bestimmten Richtlinien geordnet, schien mir geeignet, bei einer zusammenfassenden Bearbeitung einen orientierenden Überblick über die Hagelverhältnisse des grösseren Teiles von Nord- und Mitteldeutschland zu bieten; die Ergebnisse der kleinen Studie sollen nachstehend mitgeteilt werden.

Da bei der Entstehung des Hagels höchst wahrscheinlich elektrische Kräfte eine wichtige Rolle spielen und ein grosser Teil der Hagelfälle zusammen mit elektrischen Entladungen auftritt, so habe ich, soweit dies angängig war, auch auf die Gewitterverhältnisse der in Frage kommenden Gebiete Bezug genommen; dies geschah indessen nur in ganz allgemein gehaltener Fassung. Eine mehr in das Einzelne gehende Untersuchung über den Zusammenhang von Gewittern und Hagel- uud Graupelfällen, der das Beobachtuugsmaterial von etwa tausend meteorologischen Stationen zugrunde liegt, ist an anderer Stelle[1]) gleichzeitig zur Veröffentlichung gebracht worden.

Nach den im Statistischen Landesamt vorliegenden Berichten ist der jährlich durch Hagelfälle angerichtete Ernteschaden sehr beträchtlich, was auch die Angaben der Tabelle a zeigen. Im Anschluss an die vom Statistischen Landesamt benutzten Gebietseinteilungen: Provinz, Regierungsbezirk und Kreis, sind bei den nachstehenden Übersichten diese Abgrenzungen beibehalten worden. Einige Regierungsbezirke, auf welche sich die Zahlen der Tabellen a und b beziehen, erfuhren innerhalb des Zeitraumes, der dem Durchschnittswerte zugrunde liegt, in ihrem Umfange Änderungen, die aber nur für Königsberg, Gumbinnen, Marienwerder und Hildesheim erheblich waren. Die auf die Hagelschäden bezüglichen Zahlen stellen teils Mittelwerte, teils extreme Werte dar; die letzteren sollen besonders dazu dienen, die Grösse der Schwankungen in der Hagelgefahr vor Augen zu führen.

Da die Bezirke (Tab. a) verschiedene Grösse aufweisen, so ist eine unmittelbare Vergleichung der Schäden nicht gut angängig, wohl aber ist dies bezüglich der verhagelten Flächen der Fall, soweit die einzelnen Monate untereinander in Frage kommen. Hier tritt der Gegensatz zwischen dem Westen und Osten des Landes deutlich hervor. Während die westliche Hälfte die grösste verhagelte Fläche im wesentlichen im Juli aufweist, besteht im Osten die Gefährdung der Feldfrüchte durch Hagel am ausgedehntesten überwiegend im Juni. Bemerkenswert ist ferner die ungleiche Verteiluug der Monatswerte in den einzelnen Bezirken, die auf Verschiedenheiten in der Häufigkeit der Hagelfälle hindeutet.

Auch die im Verlaufe der Jahre auftretenden Schwankungen in der Grösse der verhagelten Flächen sind oft beträchtlich; zur Beurteilung der Verhältnisse dient Tabelle b, in der der grösste sowie der kleinste Jahresbetrag in Prozenten der Gesamtfläche wiedergegeben ist. Der Berechnung liegen zwanzig Jahrgänge, 1890—1909, zugrunde; das daraus berechnete Jahresmittel der Prozentwerte ist in der Tabelle gleichfalls enthalten.

---

[1]) TH. ARENDT, Die Hagel- und Graupelfälle als Begleiterscheinungen der Gewitter. Abhandlungen d. Preuss. Meteorolog. Inst. 1920.

Tabelle a.

Die Grösse der Hagelschäden.

Regierungsbezirk	Gesamtfläche 1890—95	Hagelschaden in Mark		Mittlere Grösse der verhagelten Flächen (20 Jahre) in Hektar						
		Höchstbetrag	Mittel im Jahr	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Jahr
	ha	1886—1909								
Königsberg[1])	2 110 846	2 228 184	1 222 343[1])	1194	16 777	20 172	19 563	7 124	1674	66 929
Gumbinnen[1])	1 587 957	1 998 310	941 528[1])	715	12 718	21 546	16 649	9 097	1176	62 023
Danzig	795 323	1 535 132	462 780	576	5 597	11 315	9 347	3 453	597	31 211
Marienwerder	1 756 450	3 051 817	1 039 234	1690	16 057	17 299	15 220	8 127	963	60 892
Potsdam	2 064 164	5 458 890	1 255 496	1880	11 050	12 527	14 342	6 311	905	47 780
Frankfurt a/O.	1 919 585	3 739 610	479 668	791	6 642	11 303	12 744	5 915	537	38 508
Stettin	1 207 592	3 302 536	727 762	1402	8 714	9 394	9 045	5 577	833	35 425
Köslin	1 402 688	3 000 024	828 761	888	11 022	16 821	14 592	6 771	1243	51 663
Stralsund	401 016	1 447 639	288 976	134	2 132	3 733	4 096	1 364	150	12 501
Posen	1 751 308	6 797 432	1 597 249	752	14 178	20 360	16 711	4 855	304	58 053
Bromberg	1 145 117	6 277 525	1 129 158	867	13 486	15 650	10 535	3 856	321	45 229
Breslau	1 348 112	5 231 425	2 156 295	1349	16 888	14 546	28 283	10 671	632	72 584
Liegnitz	1 360 799	2 709 853	1 025 317	830	7 783	7 645	11 582	8 747	576	37 854
Oppeln	1 322 152	5 373 261	1 894 578	598	13 004	12 617	23 369	14 619	1477	66 056
Magdeburg	1 150 454	4 978 774	1 346 708	310	3 406	9 254	12 705	3 158	950	29 980
Merseburg	1 020 900	6 264 689	1 291 089	333	11 926	9 417	9 600	6 611	892	39 406
Erfurt	352 994	3 881 592	545 139	99	2 507	3 835	3 522	2 005	789	12 848
Schleswig	1 899 747	1 200 471	373 432	2153	6 238	7 263	8 621	7 233	2369	38 018
Hannover	571 701	6 417 368	798 167	92	2 209	3 394	7 009	797	124	13 736
Hildesheim	531 664	8 128 577	1 561 292	34	2 392	3 876	9 665	4 458	1008	22 812
Lüneburg	1 134 256	1 722 660	361 777	277	2 665	4 736	5 431	2 287	452	16 185
Stade	678 681	820 637	156 371	387	2 632	2 717	2 148	1 100	375	9 800
Osnabrück	620 471	1 181 000	240 025	101	531	1 057	1 424	464	48	3 766
Aurich	310 743	139 775	28 216	443	1 171	416	857	696	550	4 559
Münster	725 294	889 770	319 212	31	1 129	1 614	3 603	873	235	8 013
Minden	525 840	1 946 634	459 647	116	1 501	3 835	6 134	2 800	263	14 815
Arnsberg	769 602	3 919 444	340 710	624	2 061	5 248	3 484	2 110	259	14 265
Kassel	1 007 672	2 614 396	825 112	1548	4 322	6 377	9 554	4 228	915	27 412
Wiesbaden	561 707	1 499 658	465 364	404	2 146	2 379	5 918	2 588	253	14 092
Koblenz	620 436	1 038 088	330 179	119	1 235	2 470	2 662	1 514	304	8 506
Düsseldorf	547 251	2 234 276	354 058	1752	3 923	2 913	5 369	3 327	982	20 937
Köln	397 677	4 919 069	719 698	397	2 112	4 392	7 429	2 339	195	17 358
Trier	718 302	2 836 633	462 282	161	3 215	2 572	4 244	2 673	791	14 659
Aachen	415 474	1 905 691	410 492	1164	2 964	4 397	4 837	2 102	432	18 188

[1]) Von diesen Bezirken haben nur 19 Jahre Verwendung gefunden.

Mit Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden Raum konnte nur dieser Auszug mitgeteilt werden. Der Einblick in die einzelnen Jahreswerte zeigt, dass in denselben Jahren oft mehrere Bezirke in beträchtlichem Maſse von Hagelfällen heimgesucht wurden. Eine Abhängigkeit der Unterschiede der grössten und kleinsten Prozentzahlen von der geographischen Lage der Gebiete ist nicht scharf ausgesprochen. Doch ist fast in allen Bezirken das allmähliche Anwachsen der Prozentzahlen vorhanden. Eine ziemlich gute Übereinstimmung des Zahlenverlaufes, der durch die in Prozenten der Gesamtfläche ausgedrückten Grössenverhältnisse der verhagelten Fläche pro Jahr geboten wird, besteht zwischen den folgenden Bezirken: Aachen-Köln, Hannover-Hildesheim, Erfurt-Merseburg, Lüneburg-Stade, Frankfurt a. O.-Potsdam und Bromberg-Posen. Da die Zahlen dieser Gruppen den Hagelcharakter grösserer Gebiete wiedergeben, so habe ich Mittelwerte daraus abgeleitet und diese in Abb. 81 graphisch dargestellt. Bei einer vergleichenden Betrachtung dieser Jahreswerte darf man nicht übersehen, dass die Grössen von der bebauten Fläche abhängig sind.

Tabelle b.

Schwankungen in der Grösse der verhagelten Fläche in Prozenten
(20 Jahre).

Regierungs-bezirk	Grösster	Kleinster	Jahresmittel	Regierungs-bezirk	Grösster	Kleinster	Jahresmittel
	Betrag				Betrag		
	der verhagelten Fläche in Prozent				der verhagelten Fläche in Prozent		
Königsberg	6,5	1,8	2,9	Schleswig	3,7	0,7	2,8
Gumbinnen	10,7	1,0	3,5	Hannover	7,2	0,2	2,2
Danzig	8,7	0,3	3,5	Hildesheim	9,6	0,7	4,1
Marienwerder	6,9	0,5	3,1	Lüneburg	4,7	0,2	1,3
Potsdam	6,2	0,6	2,1	Stade	4,0	0,4	1,3
Frankfurt a/O.	5,3	0,4	1,9	Osnabrück	1,9	0,1	0,6
Stettin	9,3	0,9	2,6	Aurich	2,6	0,3	1,2
Köslin	8 5	1,5	3,3	Münster	4,6	0,2	1,0
Stralsund	7,5	0,4	2,8	Minden	7,9	0,2	2,6
Posen	9,8	0,6	3,1	Arnsberg	8,0	0,3	1,7
Bromberg	14.5	0,4	3,5	Kassel	5,7	0,6	2,7
Breslau	12,7	1,7	4,8	Wiesbaden	5,1	0,5	2,1
Liegnitz	7,5	1,0	2,6	Koblenz	2,7	0,2	1,3
Oppeln	9,0	2,0	4,4	Düsseldorf	7,6	1,3	3,0
Magdeburg	6,5	0,3	4,5	Köln	16,2	0,8	3,9
Merseburg	18,4	1,0	3,6	Trier	4,5	0,1	1,6
Erfurt	16,4	0,3	3,3	Aachen	9,0	0,3	3,2

Nach den Jahres- und Monatsübersichten soll noch eine kleine Zusammenstellung der *verlustreichsten* Tage, wenn auch nur aus einem kürzeren Zeitraume, gegeben werden. Den Angaben über die Hagelschäden sind einige Bemerkungen über die Gewittertätigkeit dieser Tage beigefügt

(Tabelle c). Danach handelt es sich fast ausnahmslos um Hagelfälle, die an gewitterreichen Tagen stattfanden. In betreff der Gewitterzüge herrschte dabei die grösste Mannigfaltigkeit sowohl hinsichtlich der Zugrichtung, wie auch in bezug auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit und die Dauer der elektrischen Vorgänge, den Zeitunterschied nach der Hörbarkeit des ersten Donners an den am meisten voneinander entfernten Beobachtungsorten gerechnet. Leider war es nicht möglich, zuverlässige Angaben über das Auftreten von Böen, die ja die Gewitter häufiger zu begleiten pflegen, beizubringen. Einige hierauf bezügliche allgemeiner gehaltene Mitteilungen über Gewitterböen[1]) habe ich vor einigen Jahren veröffentlicht, auf die

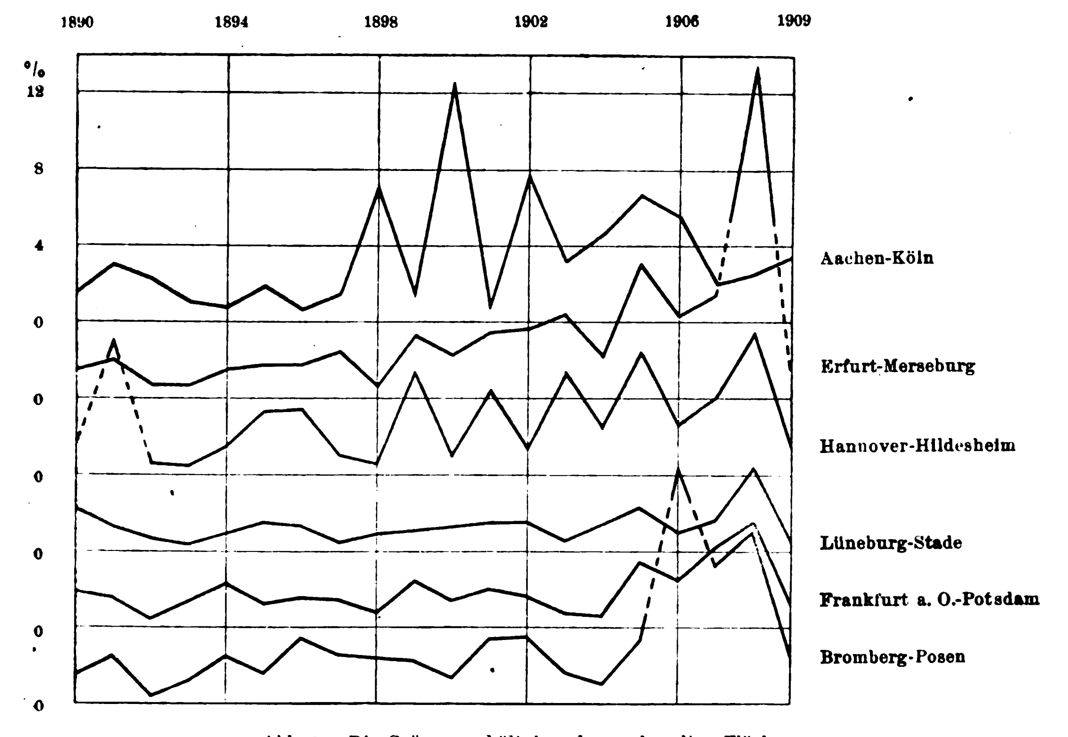


Abb. 81. Die Grössenverhältnisse der verhagelten Flächen.

ich hiermit verweisen möchte. Die grossen Schadensummen (Tabelle c) lassen es sehr wahrscheinlich erscheinen, dass die Hagelfälle, wenigstens zum grössten Teile, bei heftiger Luftbewegung erfolgten und mehrfach in Böengewittern auftraten.

Wenigstens für den Fall, dass Gewitter entweder von Hagel- oder Graupelfällen oder von Böen begleitet waren, sollen die in der Häufigkeit der Vorgänge bestehenden Beziehungen durch eine Zeichnung vor Augen geführt werden. Als Unterlage diente das gesamte Beobachtungsmaterial des Preussischen Meteorologischen Instituts aus den Jahren 1916—1918, das zweckentsprechend gesondert wurde. Ein Teil umschloss alle Gewitter-

[1]) Th. Arendt, Gewitterböen. Bericht über die Tätigkeit des Kgl. Preuss. Meteorologischen Instituts im Jahre 1913, S. (22) bis (33).

Tabelle c.

Der der preussischen Landwirtschaft durch Hagelschlag zugefügte Schaden an den verlustreichsten Tagen. (1901—1907.)

Datum			Der angerichtete Schaden in Mark	Bemerkungen über Gewitter an diesen Tagen			
				Zahl der grösseren Gewitterzüge	Zugrichtung aus:	Geschwindigkeit in Kilometern pro Stunde	Die Dauer schwankte in Stunden
1901.	Juli	21	2 976 872	19	SSO	32 im Mittel	3—10
	„	29	2 638 324	9	SW	33 „ „	$2^{1}/_{2}$—16
	Juni	24	1 804 018	9	teils SSO, teils SW	26 „ „	$2^{1}/_{2}$—6
	Juli	20	1 705 502	11	O	zwischen 24 u. 55	3—11
	Mai	30	1 328 247	7	W	„ 23 „ 58	$3^{1}/_{2}$—$9^{1}/_{4}$
1902.	Juli	26	6 831 231	2	W und SSW	„ 35 „ 66	$4^{1}/_{4}$—$9^{3}/_{4}$
	„	1	4 955 641	8	WSW	„ 34 „ 63	$3^{3}/_{4}$—20
	Aug.	7	3 624 448	6	WSW	59 im Mittel	3—$14^{1}/_{2}$
	Juli	31	3 339 595	3	NW	zwischen 29—48	$4^{1}/_{4}$—$6^{3}/_{4}$
	Mai	29	1 633 369	8	SW	„ 29—64	$3^{3}/_{4}$—$10^{1}/_{2}$
1903.	Juli	12	3 779 864	6	NNW—W	„ 25 u. 50	$3^{1}/_{4}$—$13^{1}/_{2}$
	Juni	29	2 635 754	4	WNW	„ 27 „ 46	$4^{1}/_{4}$—$13^{1}/_{4}$
	Mai	7	2 155 214	6	WSW	„ 33 „ 52	$3^{1}/_{4}$—7
	Juni	2	2 090 413	6	aus verschiedenen Richtungen	„ 30 „ 40	4—$11^{1}/_{2}$
1904.	Juni	17	9 126 000	5	WSW	„ 45 „ 76	$3^{3}/_{4}$—$7^{3}/_{4}$
	„	21	2 603 000	13	WNW—WSW	„ 32 „ 67	$3^{1}/_{4}$—$12^{1}/_{2}$
	Aug.	7	871 000	4	WSW	„ 62 „ 70	3—6
1905.	Juli	5	16 947 000	9	WSW	„ 50 „ 63	$4^{3}/_{4}$—$10^{1}/_{2}$
	„	16	6 717 000	18	N—WSW	„ 40 „ 54	3—$10^{1}/_{2}$
	„	2	4 371 000	10	W—WSW	„ 38 „ 75	$2^{3}/_{4}$—$8^{1}/_{4}$
	Juni	26	2 314 000	19	meist SSO—S, vereinzelt SW	„ 23 „ 55	$2^{3}/_{4}$—11
	„	6	2 064 000	13	WSW—SSW	„ 25 „ 62	$2^{3}/_{4}$—$8^{1}/_{2}$
1906.	Juni	28	8 956 000	16	zwischen WNW und SW	„ 39 „ 60	3—$10^{3}/_{4}$
	„	29	5 962 000	17	WSW	„ 43 „ 70	3—$17^{3}/_{4}$
	Mai	24	4 616 000	2	SSO	„ 35 „ 48	$4^{3}/_{4}$—$5^{1}/_{4}$
	Juli	19	2 553 000	9	W	„ 42 „ 51	$2^{5}/_{4}$—$14^{1}/_{4}$
	„	5	1 700 000	14	WSW—S	„ 30 „ 48	$2^{3}/_{4}$—11
1907.	Juni	21	7 946 000	6	W	„ 60 „ 84	$3^{1}/_{4}$—$9^{3}/_{4}$
	Mai	20	6 739 000	14	S	„ 35 „ 71	$2^{1}/_{2}$—$8^{1}/_{2}$
	Aug.	15	6 053 000	10	W und WSW	„ 64 „ 73	$2^{3}/_{4}$—$13^{1}/_{4}$
	Juli	6	3 286 000	9	zwischen W und SW	„ 35 „ 47	$3^{1}/_{4}$—$6^{3}/_{4}$
	„	5	2 996 000	13	WSW	„ 51 „ 76	$3^{1}/_{4}$—$9^{1}/_{4}$

meldungen, welche Hagelberichte enthielten, ein anderer Teil dasjenige Material, das Gewitter und Böen umfasste. Die Zeitabschnitte wurden klein gewählt; die Pentadeneinteilung wurde der Auszählung zugrunde gelegt. Zur Erleichterung der Vergleichung fand die Umrechnung der Pentadensummen in Prozenten der Jahressummen (Abb. 82) statt. Der Linienverlauf für die drei Jahrgänge hinsichtlich der Häufigkeitsverhältnisse der Gewitter mit Hagel bzw. Graupeln einerseits und mit Böen andererseits zeigt während der warmen Jahreszeit eine derartig gute Übereinstimmung, dass man an einen engen Zusammenhang zwischen Hagel und Böenvorgängen nicht zweifeln kann.

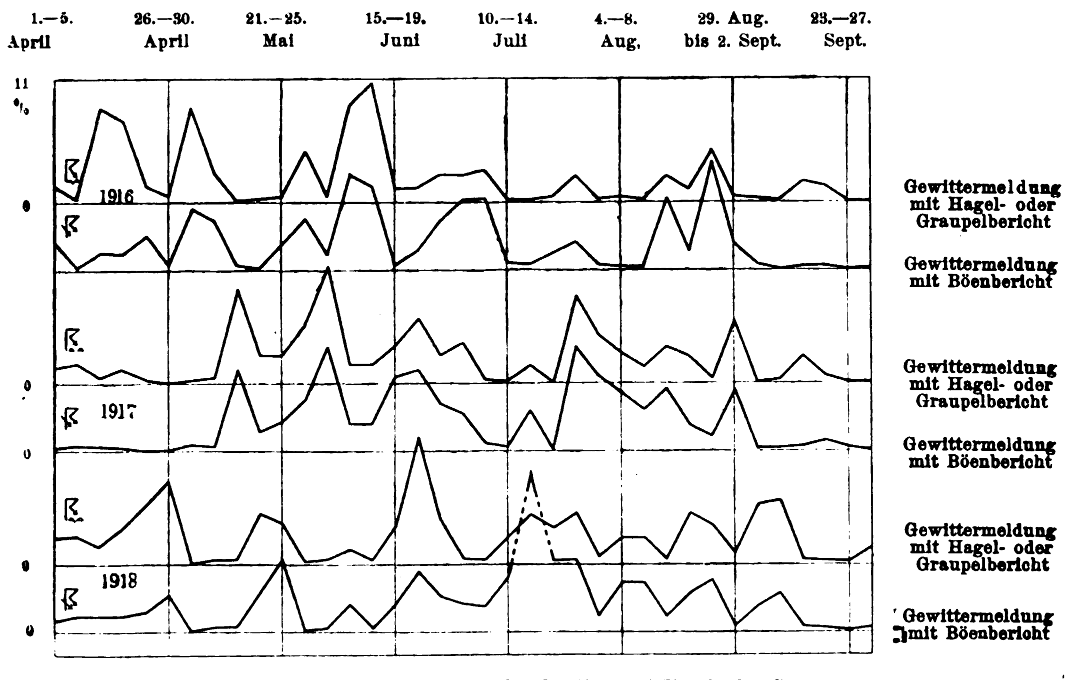


Abb. 82. Jährliche Verteilung der Gewitter mit Hagel oder Graupeln, sowie derjenigen mit Böen 1916—1918.

Bevor ich mich der Statistik der Hagelfälle selbst zuwende, mögen noch einige Bemerkungen über das vorliegende Beobachtungsmaterial Platz finden. In der Anleitung für die Berichterstatter ist vom Statistischen Landesamt auf die Meldung der Graupelfälle verzichtet worden. Die Gründe für dieses Verhalten lassen sich nur vermuten. Wahrscheinlich nahm man an, dass eine nennenswerte Beschädigung der Feldfrüchte durch Graupelfälle nicht verursacht werden könnte und schloss deshalb die darauf bezüglichen Meldungen als überflüssig aus. Oder aber man ging von der Annahme aus, dass in der warmen Jahreszeit ohnehin nur Hagelfälle in Frage kämen, während doch selbst öfter im Hochsommer Beobachtungen über Graupelfälle gemacht werden. Um darzutun, wie unberechtigt dieser Standpunkt gewesen wäre, sollen einige Zahlen mitgeteilt werden, die über die jährliche Verteilung der Graupelfälle einigen Aufschluss geben. Aus

den Beobachtungen über Hagel und Graupeln einer Anzahl Stationen mit nahezu übereinstimmendem Charakter hinsichtlich der jährlichen Verteilung der Hagel- und Graupelfälle wurden Mittelwerte gebildet derart, dass für jede Station und für jeden Monat der Anteil der Tage mit Graupelfällen an der Gesamtheit der Tage mit Hagel- oder Graupelfällen in Prozenten ermittelt und schliesslich die monatlichen Durchschnittswerte einer solchen Gruppe von Stationen berechnet wurden. Solche Gruppen finden sich in der Tabelle d — neun — vor, die sich gut über Nord- und Mitteldeutschland verteilen. Schon ein flüchtiger Blick in die Zusammenstellung lehrt uns, dass die Tage mit Graupelfällen im Sommer nicht selten sind. Dass die Angaben der Gruppen je nach der geographischen Lage und dem Monat grössere Verschiedenheiten aufweisen, kann nicht überraschen. Gerade mit Rücksicht auf diese hielt ich es für vorteilhaft alle Monatswerte mitzuteilen, um dadurch Gelegenheit zu geben, den Zahlenverlauf während des ganzen Jahres zu überblicken. Besonders möchte ich auf die hohen Prozentzahlen für Mai und Juni der Gebirgsgruppe: Klausthal, Schwarzenborn, Schneekoppe und der Gruppe mit Stationen nordwestlicher Gebietsteile: Münster, Löningen, Jever, Bremen aufmerksam machen. Nach meinem Dafürhalten hat der Überwachungsdienst durch die vom Landesamt veranlasste Trennung von Hagel und Graupeln eine Beeinträchtigung der Zuverlässigkeit der Angaben herbeigeführt. Der Beobachter, der durch Berufsgeschäfte in Anspruch genommen ist, hat nicht immer die Zeit eine genauere Prüfung der Hydrometeore vorzunehmen. Ich fürchte, dass häufiger Verwechselungen vorgekommen sein werden, und infolgedessen schwache Hagelfälle nicht gemeldet wurden.

Tabelle d.

Monatliche Häufigkeit der Tage mit Graupelfällen in Prozenten der Gesamtzahl der Tage mit Hagel oder Graupeln.

	Zu Gruppen vereinigte Mittelwerte												
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Kleve, Köln, Trier, Geisenheim, Marburg	87	85	82	79	54	27	32	28	34	52	88	88	73
Münster, Löningen, Jever, Bremen . . .	90	85	92	87	66	62	40	33	62	78	88	91	83
Celle, Göttingen, Nordhausen, Gardelegen, Magdeburg	98	98	91	87	57	28	20	33	56	80	93	91	79
Erfurt, Meiningen, Arnsberg	98	96	99	93	62	36	24	42	50	88	93	95	88
Lübeck, Schwerin, Rostock	92	92	74	66	53	22	50	50	67	66	82	79	72
Grünberg, Görlitz, Breslau, Ratibor, Ostrowo	96	94	88	82	48	29	23	35	39	89	85	97	75
Köslin, Konitz	93	90	90	76	54	25	6	0	34	60	76	70	72
Klausthal, Schwarzenborn, Schneekoppe .	100	93	98	98	77	53	32	43	45	82	100	96	83
Tilsit, Memel, Marggrabowa	95	100	94	80	63	8	50	15	44	64	79	94	75

Nach diesen etwas allgemeiner gehaltenen Erörterungen, die zur richtigen Beurteilung der übernommenen Hagelstatistik und der später getroffenen Massnahmen vorausgeschickt werden mussten, wende ich mich

der jährlichen und täglichen Verteilung der Hagelfälle zu. Die für die einzelnen Bezirke und Kreise vorliegenden langjährigen Beobachtungsreihen geben Gelegenheit, den veränderlichen Charakter im Auftreten der Hagelfälle in den verschiedenen Gebieten Nord- und Mitteldeutschlands[1]) kennen zu lernen. Um die Wiedergabe von umfangreichen Tabellen möglichst einzuschränken, schien es mir das Zweckmässigste, die Angaben der Kreise mit fast übereinstimmenden Hagelverhältnissen, soweit man dies nach dem vorliegenden Material sagen darf, zusammenzufassen, Mittelwerte zu bilden und diese zur Erörterung zu bringen. Das hierbei zur Anwendung gebrachte Verfahren hat sich zuerst bei der Bearbeitung der Gewitterbeobachtungen als sehr zweckdienlich erwiesen und hat darum auch später bei anderen

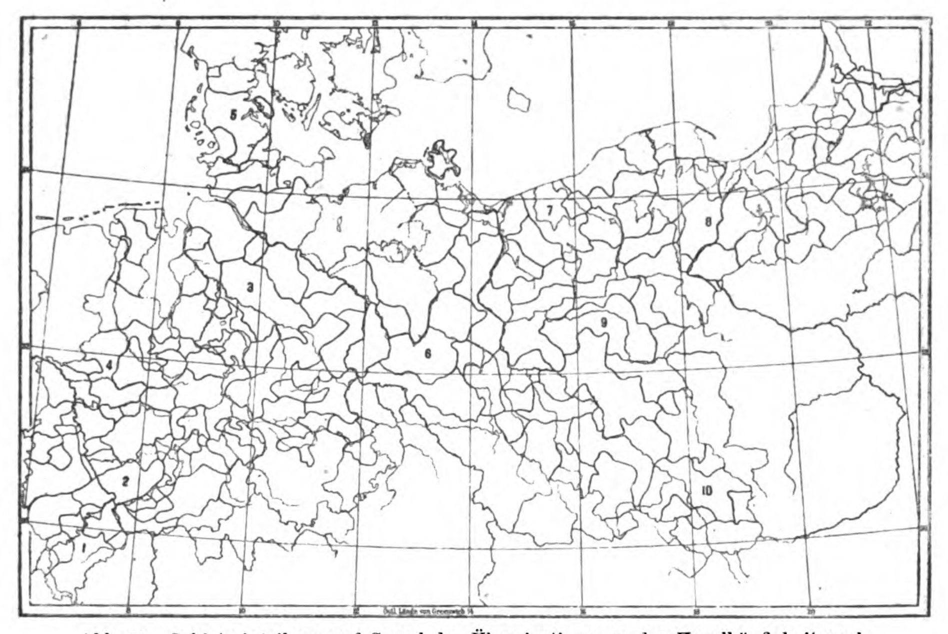


Abb. 83. Gebietseinteilung auf Grund der Übereinstimmung der Hagelhäufigkeit nach Jahrespentaden.

meteorologischen Fragen, z. B. über Niederschlagsverteilung, Verwendung gefunden. Im vorliegenden Falle wurden zwei Wege eingeschlagen, um zunächst etwas über den säkularen Gang der Hagelhäufigkeit in Erfahrung zu bringen. Einmal wurden die Jahressummen der Hagelfälle eines jeden Landkreises zu Pentaden vereinigt und dann der Anteil jeder Pentade an der Gesamtsumme (25 Jahre) in Prozenten ermittelt. Diese Prozentzahlen wurden graphisch dargestellt und die durch Verbindung der Endpunkte entstandenen Kurven untereinander verglichen und geprüft, ob Übereinstimmung in den Hauptzügen bestand; dieses Vergleichsverfahren gestattete auch gleichzeitig ein Urteil über die Zuverlässigkeit der Berichterstattung einzelner Kreise. Auf Grund dieses Verfahrens konnte man die Kreise zu

[1]) Von mehreren kleinen norddeutschen Bundesstaaten fehlten die erforderlichen Angaben; die entsprechenden Stellen sind in Abb. 87 leer gelassen.

zweien oder mehreren zu grösseren Gebieten mit übereinstimmendem Hagelcharakter vereinigen (Abb. 83). Die so entstandenen Gebiete sind an

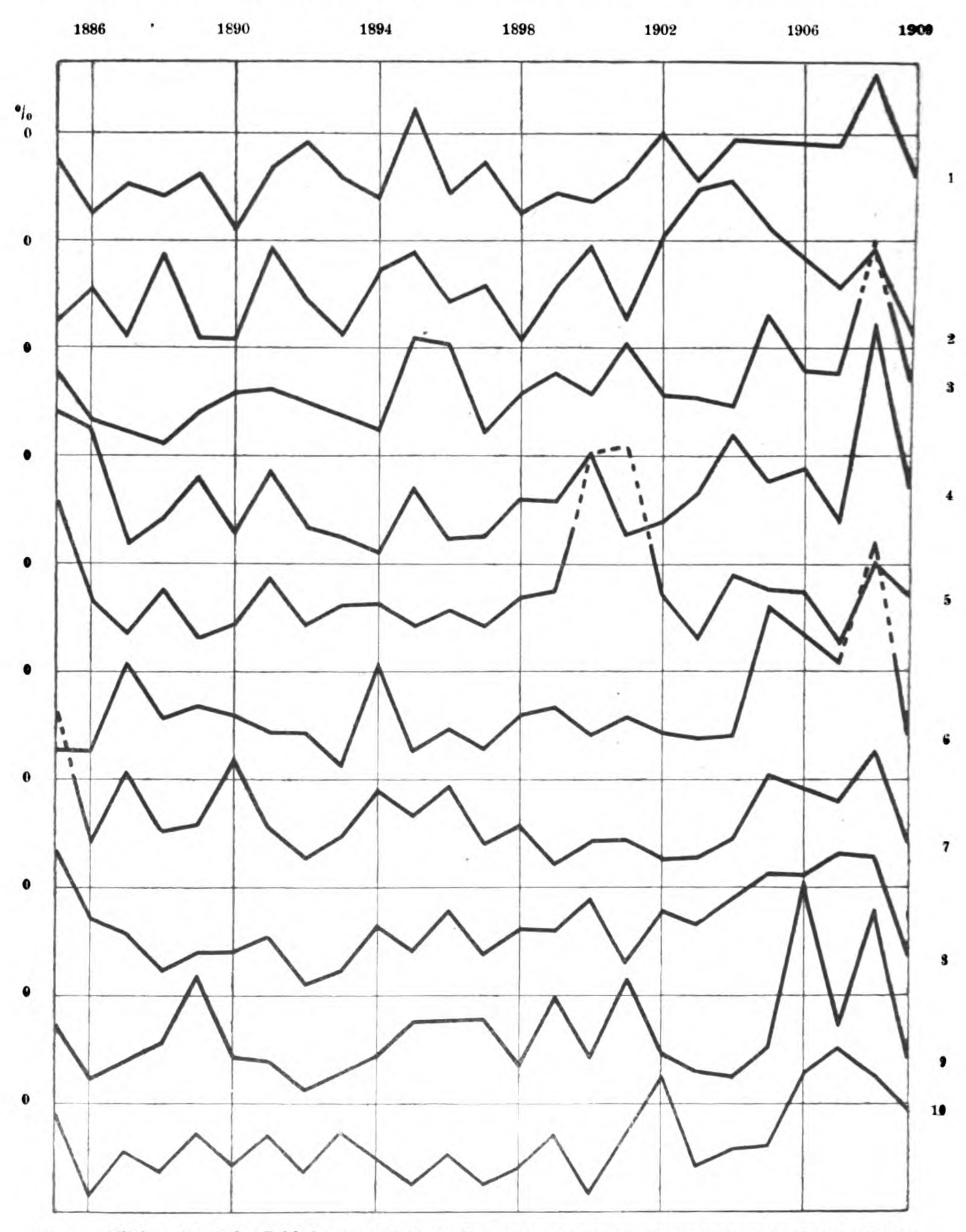


Abb. 84. Mittlere jährliche Zahl der Hagelfälle in Prozenten der Gesamtsumme des betreffenden Gebietes.

Umfang recht ungleich; im allgemeinen sind sie östlich der Elbe grösser als westlich derselben. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass die östlichen Provinzen nicht nur häufigere, sondern auch ausgedehntere Hagelfälle auf-

weisen als die westlichen. Das Vergleichsverfahren stösst auf Schwierigkeiten, sobald die Pentadenwerte klein ausfallen und führt dann zu unsicheren Ergebnissen; das gilt für Kreise des Westens.

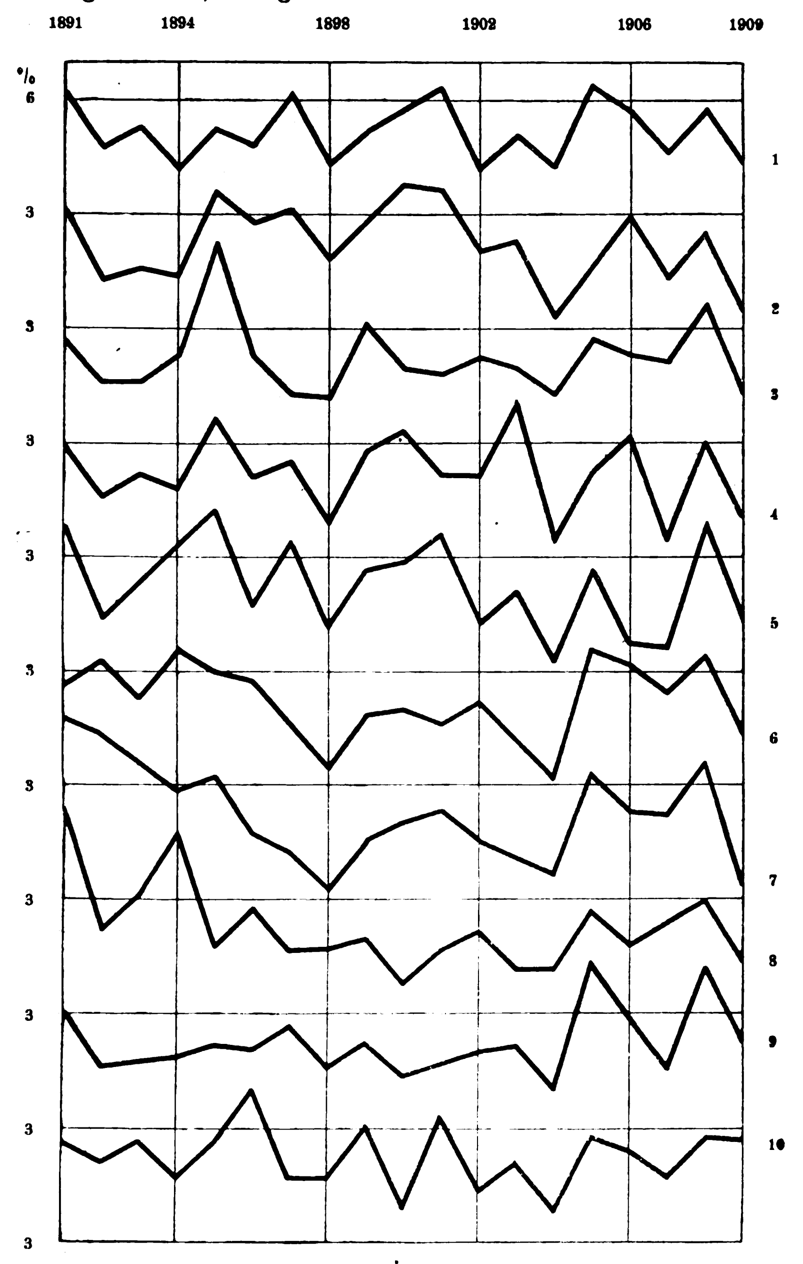


Abb. 85. Mittlere jährliche Zahl der Gewittertage in Prozenten der Gesamtsumme des betreffenden Gebietes.

Aus den Jahreswerten, die zuvor in Prozente der fünfundzwanzigjährigen Gesamtsumme umgerechnet wurden, sind dann unter gruppenweiser Zusammenfassung der Kreise, dem Vorstehenden entsprechend, Mittelwerte der einzelnen Jahre gebildet worden, die bis zu einem gewissen

Grade von den bei der Berichterstattung der Hagelfälle auftretenden Unsicherheiten unabängig sind. Von den Gebieten wurde eine kleine Auswahl getroffen und die typischen Fälle, die in Abb. 83 durch Zahlen kenntlich gemacht sind, durch Kurven veranschaulicht (Abb. 84). Um die Beziehung der Hagelfälle zu den Gewittern vor Augen zu führen, sind nach dem gleichen Verfahren auch die Tage mit elektrischen Vorkommnissen in denselben Gebieten ausgezählt und der Verlauf der Zahlen aufgezeichnet worden (Abb. 85). Aus

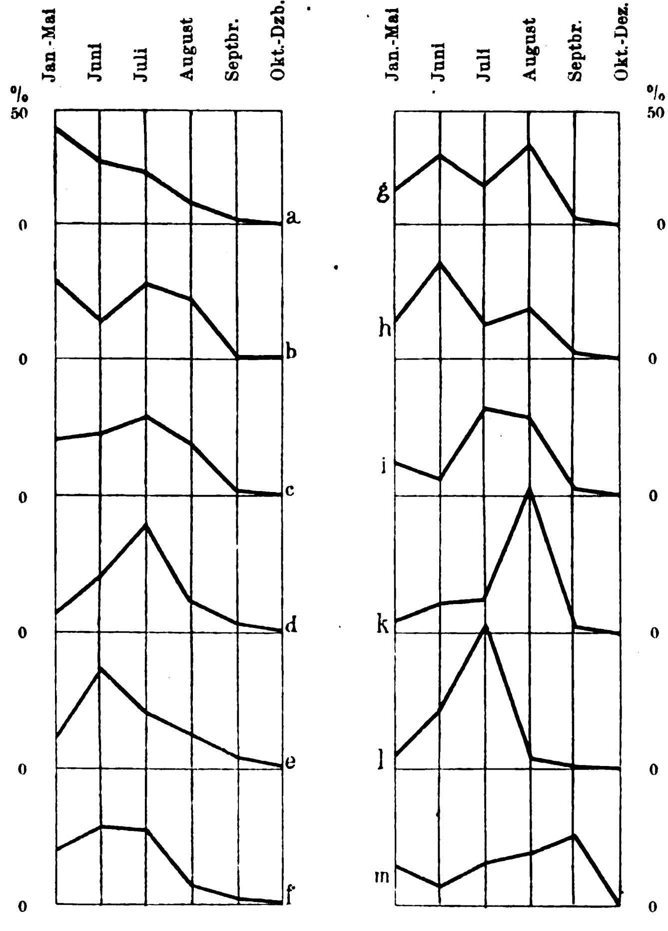


Abb. 86. Typen der jährlichen Verteilung der Hagelfälle.

Mangel an geeignetem Material mussten aber die Kurven in der Abb. 85 eine Verkürzung erfahren; sie beginnen erst mit dem Jahre 1891. Die geographische Lage der zehn Gebiete ist so gewählt, dass man mit ihrer Hilfe einen Überblick über die jährlichen Hagelverhältnisse des Landes innerhalb eines fünfundzwanzigjährigen Zeitraumes gewinnen kann. Die Schwankungen in der Häufigkeit der Hagelfälle sind bisweilen gross, was natürlich noch viel mehr in Erscheinung tritt, wenn man nicht Mittelwerte, sondern den Zahlenverlauf für die einzelnen Kreise überblickt. Bei der Vergleichung der Kurven der Abb. 84 untereinander ist nur hier und da eine gute Über-

einstimmung erkennbar, die auf eine grössere Verbreitung der Hagelfälle hindeutet. Ungleich günstiger ist das Ergebnis einer vergleichenden Betrachtung der Kurven der Abb. 85. Hier fällt besonders das übereinstimmende Verhalten bei 1 und 2, 4 und 5, 6 und 7 auf. Bemerkenswert ist auch, dass in einzelnen Jahren bei der Mehrzahl der Kurven Steigen und Fallen der Prozentzahlen gleichzeitig erfolgt, wie dies z. B. 1895 und 1908 in ersterer Hinsicht, 1898, 1904, 1907 in betreff der Abnahme der Fall ist.

Die Jahreswerte für die Hagelhäufigkeit der Landkreise sind noch unter einem anderen Gesichtspunhte geordnet worden. Die aus einem elfjährigen Zeitraum vorliegenden monatlichen Angaben, von denen allerdings

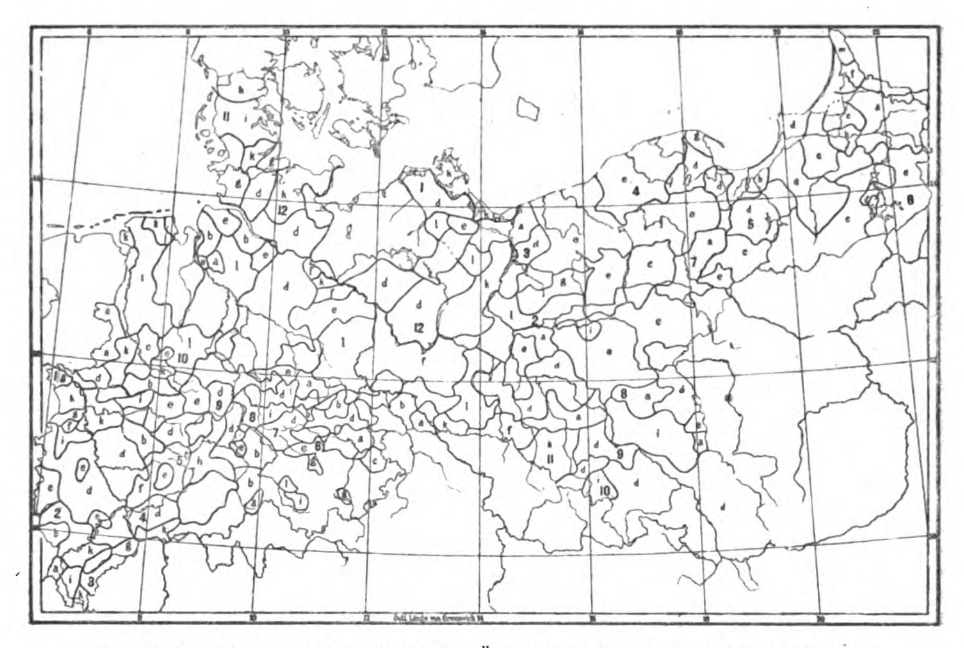


Abb. 87. Gebietseinteilung auf Grund der Übereinstimmung der jährlichen Verteilung der Hagelfälle.

die für Januar bis Mai einerseits und auf Oktober bis Dezember bezüglichen andererseits zusammengefasst vorlagen, wurden in Prozente der Jahressummen umgerechnet und dann der Zahlenverlauf wieder graphisch zur Darstellung gebracht. Die Übereinstimmung einzelner Kurven untereinander führte zur Gruppenbildung der Kreise. Es liessen sich im ganzen zwölf Typen des Zahlenverlaufes unterscheiden, die in der Abb. 86 enthalten sind. Auf Einzelheiten dieser Untersuchung komme ich später zurück. Hier sei nur darauf hingewiesen, dass das Ausscheidungsverfahren unter Berücksichtigung der Grössenverhältnisse zur Bildung von 145 Gruppen (Abb. 87) führte, für welche dann Jahresmittel von 1885 bis 1909 gebildet wurden. Von diesen Gruppen wurden gleichsam als Vertreter grösserer Gebiete 24, die in der Abb. 87 kenntlich gemacht sind, ausgewählt, von denen 12 der westlichen und ebensoviele der östlichen Hälfte Nord- und Mitteldeutschlands

angehören (Abb. 87 u. 88). Die Kurven erwecken den Eindruck, dass man es hier schon meist mit gut ausgeglichenen Mittelwerten zu tun hat. Es schien mir lehrreich, die nach verschiedenen Verfahren abgeleiteten Resultate

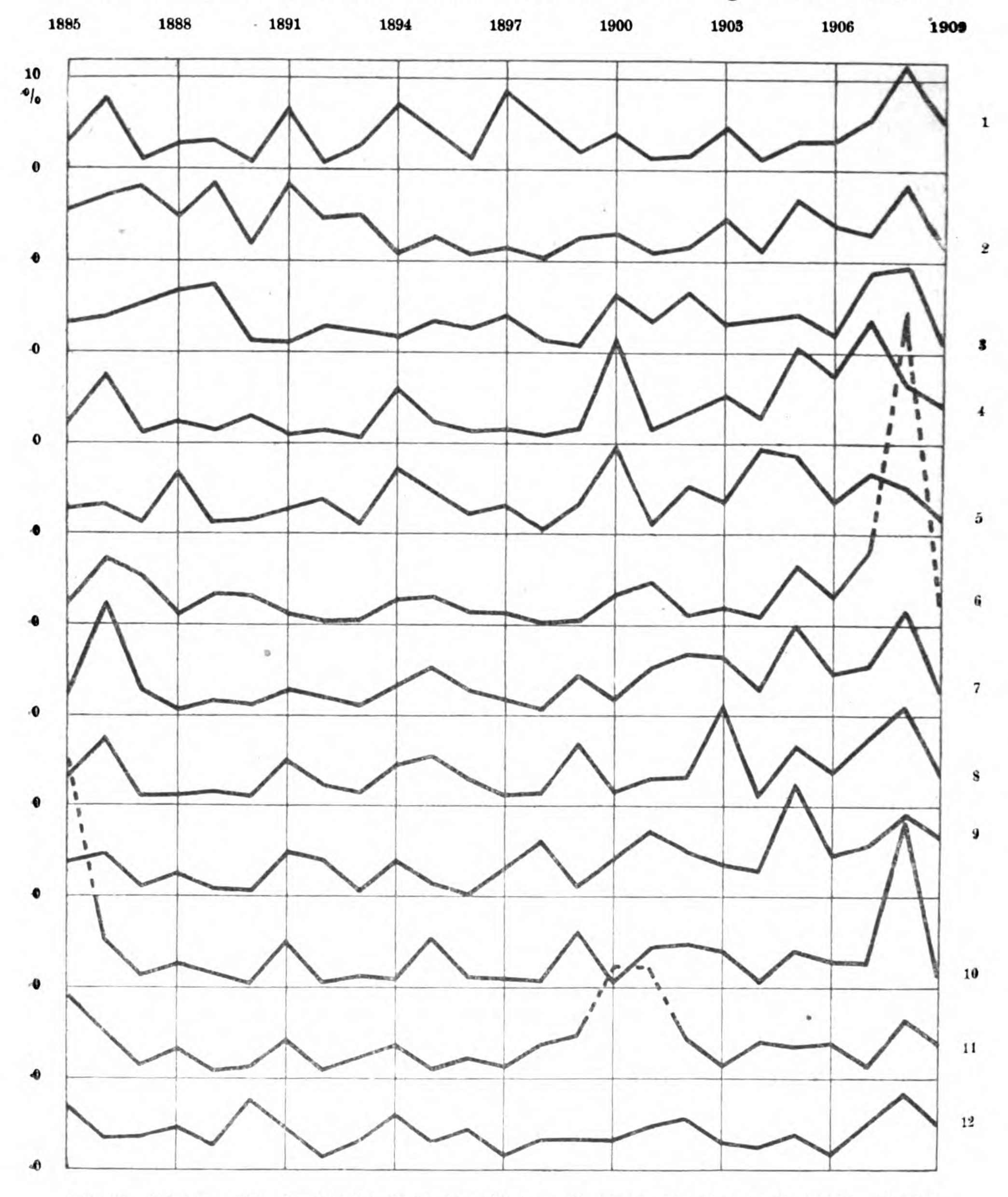


Abb. 88. Mittlere jährliche Häufigkeit der Hagelfälle in Gruppen. Angaben in Prozenten. Westen.

vorzuführen. Bei der Erörterung meteorologischer Fragen, die sich auf die Veränderlichkeit der jährlichen Häufigkeit der Hagelfälle beziehen, möchte ich den aus dem ersten Verfahren erhaltenen Ergebnissen den Vorzug geben, ohne dass ich damit den an zweiter Stelle ermittelten Jahreswerten ihre Bedeutung absprechen will.

Die Jahressummen der Hagelfälle in den Kreisen wurde zum Entwurfe einer „Hagelkarte“ benutzt. Um die durch die Ungleichheit der Flächen bestehende Schwierigkeit zu beseitigen, wurden die Summen auf die Fläche

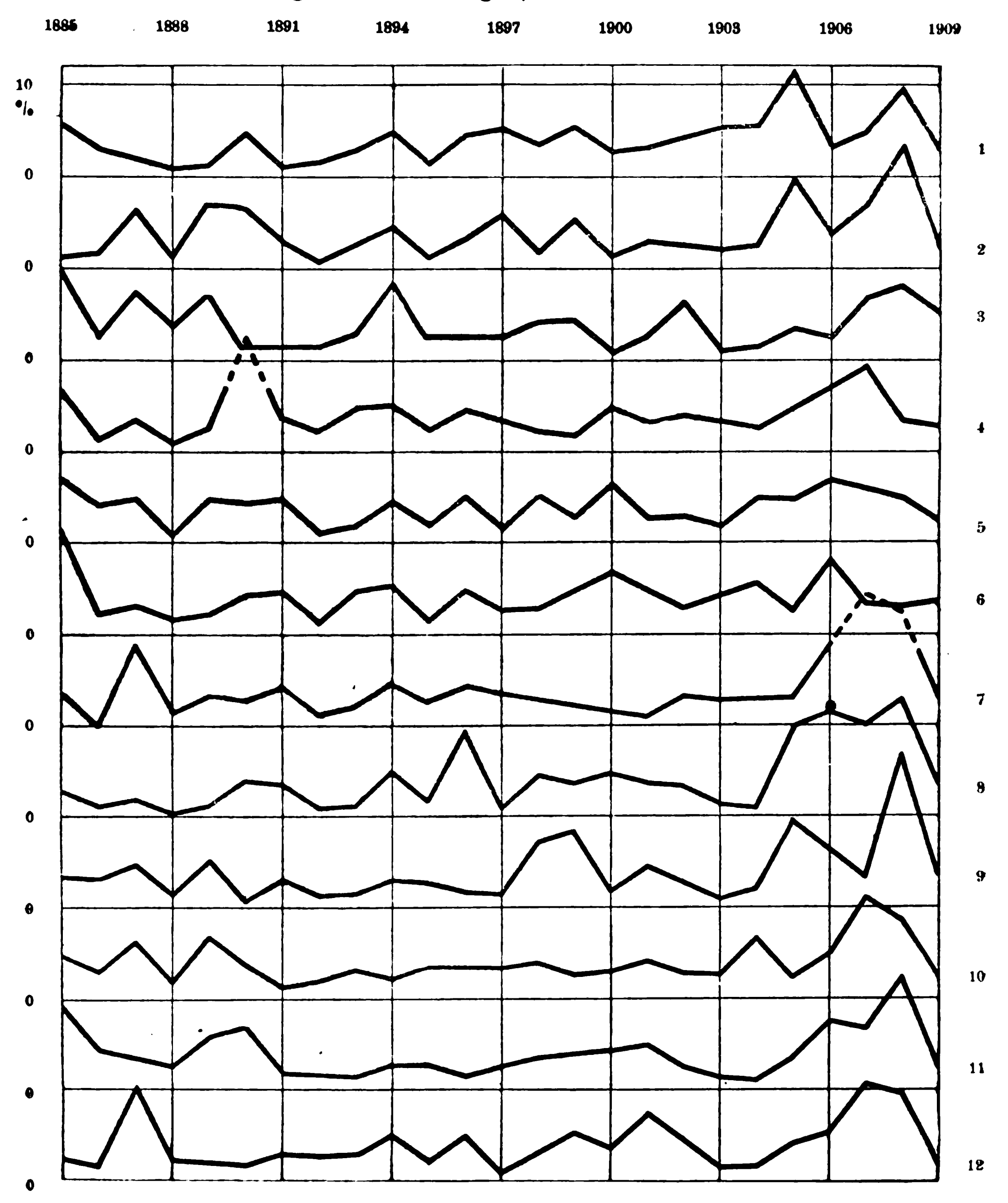


Abb. 89. Mittlere jährliche Häufigkeit der Hagelfälle in Gruppen. Angaben in Prozenten. Osten.

von 1000 *qkm* reduziert. Ich bin mir wohl bewusst, dass diese Methode zu Bedenken Anlass gibt. Man muss sich indessen darüber klar sein, dass alle über Hagelfälle übermittelten Angaben nur Näherungswerte darstellen, die sich in den einzelnen Gegenden teils mehr, teils weniger von der Wirklichkeit entfernen. Auch die Zahl der Erhebungsstellen ist ungleich, was

bei der Vergleichung der Zahlen nicht berücksichtigt werden konnte. Meines Wissens ist dies der erste Versuch, ein Bild von den Hagelverhältnissen

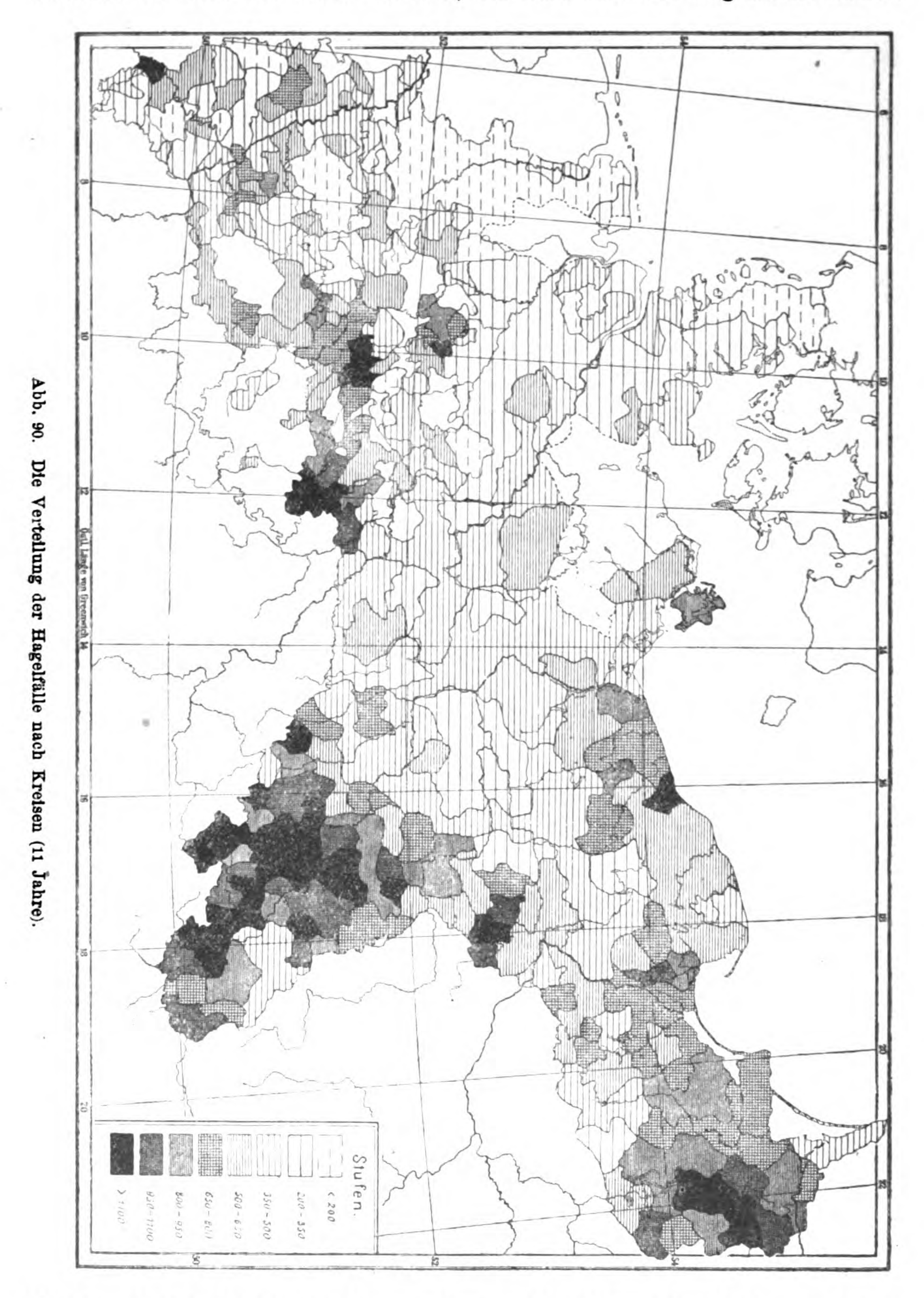


Abb. 90. Die Verteilung der Hagelfälle nach Kreisen (11 Jahre).

Nord- und Mitteldeutschlands zu geben; unter diesen Umständen wird man sich zunächst mit weniger zuverlässigen Ergebnissen begnügen müssen. In der Karte sind 8 Stufen unterschieden, von denen die unterste die Ge-

biete bis zu 200 Hagelfällen umfasst, während solche mit über 1100 Hagelfällen die höchste Stufe bilden; der Stufenunterschied belief sich auf je 150 Hagelfälle in 11 Jahren. Die Stufenunterschiede sind so gross gewählt worden, damit die Mängel, die dem zur Ermittelung der Hagelverteilung benutzten Verfahren anhaften, nur in bescheidenem Umfange zur Geltung kommen. Die niederschlagsarmen Gebiete des Ostens wurden danach in weit höherem Maſse von Hagelfällen heimgesucht als die sich durch einen grösseren Reichtum an Regen auszeichnenden Landstriche der westlichen Provinzen. Mehrfach weisen grosse Gebiete den gleichen Häufigkeitscharakter an Hagelfällen auf. Auch die Zunahme der Hagelfälle mit der Annäherung an die Küste ist besonders bemerkenswert. Da sich ein grosser Teil der Hagelfälle unter elektrischen Entladungen abspielt, lag es nahe, „Hagelkarte" und „Gewitterkarte" gegenüberzustellen. Man erkennt dann, dass mehrfach Maximalzonen der Gewitter und der Hagelfälle, wenn auch nicht dem ganzen Umfang nach, zusammenfallen; daneben gibt es aber auch grosse Gebiete, für welche Gegensätze bestehen, wie z. B. im Sauerlande.

Die räumlichen, in der Verteilung des Hagels auftretenden Unterschiede würden z. T. verschwinden, wenn man Hagel- und Graupelfälle zusammengefasst hätte. Der hagelarme Nordwesten ist besonders reich an Graupelfällen, worauf ich schon an anderer Stelle hingewiesen habe. Ich möchte nur wenige darauf bezügliche Zahlen hier mitteilen. Zur Vereinfachung sind die Tage mit Hagel und mit Graupeln gezählt und je 5 Jahrgänge zusammengefasst worden; die eingeklammerten Angaben beziehen sich auf Hageltage (Tab. e):

Tabelle e.
Zahl der Tage mit Hagel oder Graupeln.

	1880/84	1885/89	1890/94	1895/99	1900/04	1905/09
Trier	10 (12)	18 (16)	26 (10)	33 (27)	37 (18)	17 (24)
Marburg	15 (3)	20 (6)	25 (8)	19 (15)	43 (10)	47 (17)
Münster	56 (18)	33 (7)	40 (7)	28 (5)	55 (21)	77 (4)
Löningen	41 (2)	46 (3)	77 (4)	69 (5)	88 (5)	91 (5)
Jever	62 (32)	54 (16)	68 (1)	82 (3)	89 (2)	102 (2)
Husum	43 (12)	37 (6)	43 (8)	61 (15)	57 (11)	69 (2)
Göttingen	16 (4)	16 (1)	20 (3)	19 (4)	15 (9)	25 (8)
Köslin	23 (5)	19 (8)	26 (5)	22 (3)	37 (18)	48 (11)
Görlitz	28 (9)	26 (10)	9 (3)	8 (—)	26 (1)	27 (4)
Ratibor	14 (20)	35 (2)	35 (5)	36 (3)	41 (6)	52 (13)

In den Zahlenreihen zeigt sich manche sprungweise auftretende Ungleicheit, die in den meisten Fällen mit einem Beobachterwechsel in Verbindung gebracht werden kann. Auch daraus entnimmt man, wie unzweckmässig die Trennung der Hagel- und Graupelfälle für die vorliegende Aufgabe ist.

Da das elfjährige Beobachtungsmaterial für weitergehende Betrachtungen die Unterlage bilden soll, so ist es wünschenswert, darüber ein Urteil zu besitzen, wieweit diese Angaben mittleren Verhältnissen ent-

sprechen. Dieser Forderung kann man, wenigstens ganz allgemein, durch Feststellung der Unterschiede von dem fünfundzwanzigjährigen und elfjährigen Jahresmittel der Kreise genügen. Wie ich gleich im voraus bemerken will, ist das Ergebnis der Vergleichung kein sehr günstiges. Die nachstehende, kleine Zusammenstellung gibt näheren Aufschluss.

Tabelle f.

Unterschiede der Jahresmittel von 25 und 11 Jahrgängen,

△ 11—25 J.

	⋝ − 10.0	− 7,5 bis − 9,9	− 5,0 bis − 7,4	− 2,5 bis − 4,9	− 0,0 bis − 2,4
%	1	0	—	3	12

	+ 0,1 bis + 2,4	+ 2,5 bis + 4,9	+ 5,0 bis + 7,4	+ 7,5 bis + 9,9	⋝ + 10,0
%	29	28	15	8	9

Danach beträgt die Anzahl der Kreise, in denen die Abweichung der Jahresmittel ± 2,4 Hagelfälle nicht übersteigt, nur 41 %, also noch nicht die Hälfte; nur in 16 % der Kreise blieb das Mittel aus den elf Jahrgängen hinter dem fünfundzwanzigjährigen Durchschnittswert zurück. Aus den Kurventafeln erkennt man die Ursache der Abweichungen, die der Hauptsache nach in der Hagelhäufigkeit der letzten Beobachtungsjahre beruht. Durch einen besonderen Umstand gestaltet sich indessen die Vergleichung günstiger, der die Unterschiede der Jahresmittel erheblich herabdrückt. Bei den Monatswerten sind nur die schadenbringenden Vorgänge in Betracht gezogen worden. Berücksichtigt man dies bei der Vergleichung, dann beträgt die Zahl der Kreise mit dem Unterschied ± 1 % 27 % derselben, und bei 75 % der Kreise bewegt sich die Abweichung innerhalb ± 5 %. An den aus dem gesonderten Material abgeleiteten Ergebnissen, bei denen es sich naturgemäss nur um grössere Hagelstücke oder um Hagelfälle mit lebhafter Luftbewegung, vornehmlich um Böenbegleitung, handeln wird, werden namentlich landwirtschaftliche und versicherungstechnische Berufsklassen ein besonderes Interesse besitzen; in meteorologischer Beziehung muss man die getroffene Einschränkung bedauern.

Infolge ihres grossen Umfanges musste leider die Wiedergabe der Tabelle mit den Angaben dieser Monatswerte hier unterbleiben. Vielleicht komme ich bei einer späteren Gelegenheit noch einmal auf diese Gebietseinteilung und die dieser entsprechende Hagelverteilung zurück. Gestützt auf die Berichte zahlreicher meteorologischer Beobachter möchte ich annehmen, dass die hagelbringenden Gewitter gewöhnlich auch reich an Blitzschlägen sind. Unter diesen Umständen ist es nicht unwahrscheinlich, dass die hagelreichen Gebiete auch häufig von Blitzschlägen betroffen werden; eine eingehende Prüfung dieser Verhältnisse könnte wohl, auch in meteorologischer Hinsicht, zu bemerkenswerten Aufschlüssen führen. Ergänzende Angaben zum vorigen, die sich auf die Grösse der Flächen, die Zahl der Gebiete von demselben Typus usw. beziehen, sind in Tabelle g enthalten. Darin ist besonders bemerkenswert, dass sich die Typen d und e als die bevorzugtesten erwiesen haben. Die grösste Hagelgefahr besteht im Juli. Die stärksten Gegensätze in der Häufigkeit des Auftretens der

einzelnen Typen zeigen sich bei a, b und c; a und c finden sich vorzugsweise östlich der Elbe vor, während dies von b für den Westen gilt.

Tabelle g.

Angaben über die räumliche Verteilung der Gruppen.

Angabe über die Gruppen	Typus											
	a %	b %	c %	d %	e %	f %	g %	h %	i %	k %	l %	m %
Zahl derselben	9,7	7,6	7,6	20,0	17,2	4,8	7,6	2,1	6,9	10,4	5,5	0,7
Flächengrösse derselben . .	7,3	5,9	6,2	28,2	22,9	4,1	3,0	1,4	6,5	7,2	7,1	0,3
Geographische Lage derselb.:												
a) Westlich der Elbe . .	6,8	13,5	2,7	17,6	18,9	4,0	8,1	1,3	8,1	12,2	6,8	—
b) Östlich der Elbe . . .	11,4	2,9	10,0	22,9	17,1	5,7	7,1	1,4	5,7	10,0	4,3	1,4
Von der Gesamtzahl der Gruppen liegen % westl. d. Elbe	38,5	83,3	22,2	44,8	53,9	42,9	54,5	50,0	60,0	56,3	62,5	0,0

Die Gruppenbildung brachte naturgemäss eine starke Ausgleichung der Monatswerte mit sich; aus diesem Grunde muss bei besonderen Fragen auf die Einzelwerte der Kreise zurückgegriffen werden. Dies geschah bei der Frage nach den Gegenden, in denen die Hagelwetter zu bestimmten Zeiten mit besonders grosser Häufigkeit auftreten; an deren Beantwortung dürfte gerade die Landwirtschaft ein lebhaftes Interesse besitzen. Zu dem Zwecke wurden die Monate mit Maximalbeträgen Kreis für Kreis in eine dementsprechend eingeteilte Karte eingetragen und ausserdem dabei ein Vermerk über die absolute Grösse des Häufigkeitsmaximums der Hagelfälle angebracht. Das letztere geschah jedoch nur dann, wenn das Maximum mindestens 40 % der gesamten Häufigkeit der jährlichen Hagelfälle betrug. Es wurde ferner unterschieden, ob der Höchstwert 50 und mehr Prozent erreichte. Hierbei wurde folgendes bezüglich der Zahl der Hagelfälle und der Lage der betreffenden Kreise ermittelt.

Die Summe der Hagelfälle überschritt für die Zeit vom *Januar bis Mai* 40 % der Jahresmenge in der Umgebung der oberen Netze, und zwar in grösserem Umfange. Schätzungsweise fiel das Häufigkeitsmaximum östlich der Oder fast zur Hälfte auf den Juni und zur Hälfte auf den Juli und vielfach mit hohen Prozentzahlen, wie in den Kreisen Marggrabowa, Preuss. Stargard und Berent, Grätz und Neutomischel, Koschmin und Jarotschin (Juni). Beträge über 40 % wiesen im *Juni* ferner zwischen Elbe und Oder die Kreise Sprottau, Guben, Teltow, Templin, Anklam, Usedom auf. Zu grösseren Maximalwerten kam es in diesem Monat dann erst wieder westlich der Elbe, und zwar in grösserem Umfange, nämlich in der nördlichen Altmark, an der Unterelbe, am Nordharz, an der oberen Lippe und oberen Ruhr.

Auch die Kreise, welche im *Juli* in besonderem Maſse von Hagelfällen heimgesucht wurden, mögen hervorgehoben werden, wobei ich von Osten nach Westen fortschreite. Zunächst, ganz allgemein gesprochen,

kann man bezüglich der örtlichen Verbreitung des Julimaximums sagen, dass es beim Vorrücken von Osten nach Westen an Häufigkeit zunimmt; doch tritt es gelegentlich sowohl östlich als westlich der Elbe mit grosser Intensität auf. Östlich der Elbe waren die bemerkenswertesten Gegenden: das Land östlich der Oder von der Malapane bis zur österreichischen Grenze, die Zone zwischen Oder und Katzbach-Riesengebirge, der südliche Teil der Mark Brandenburg und die Kreise Prenzlau, Ückermünde, Demmin und Greifswald. Verhältnismässig reich an schadenbringenden Hagelfällen sind im allgemeinen westlich der Elbe: der mittlere und südliche Teil der Altmark und das sich südwärts anschliessende Gebiet bis zum Halberstädter Becken und bis zur Saalemündung, ferner Teile des Westerwaldes, die Gegend zu beiden Seiten der Roer, das Land zwischen oberer Lippe und Ruhr und eine Zone, die sich von der oberen Ems nordöstlich bis zur unteren Weser (etwa bis zu der Allermündung), ostwärts aber noch über den Fluss hinaus erstreckt. Schliesslich verdienen als Maximalgebiete des Juli noch Erwähnung: die östliche und nordöstliche Eifel, die Rhön, die Südküste Holsteins und der mittlere Teil Schleswigs, nord-südlich gerechnet.

Im *August* geht die Neigung zur Hagelbildung in den meisten Kreisen sehr zurück und die Zahl der Gebiete, in denen sich der Höchstwert des ganzen Jahres vorfindet, ist klein. Ausnahmen sind östlich der Elbe: Teile Schleswig-Holsteins, die nicht bereits im Juli das Maximum besassen, und die Kreise Trebnitz, Liebenwerda, Lauban und Löwenberg. Im übrigen ist der Südrand Preussens zwischen Saar und Kinzigmündung, und eine etwa 70 *km* breite Zone, die sich ostwestlich unter allmählicher Verbreiterung vom Arnsberger Walde bis zur Holländischen Grenze erstreckt, hervorzuheben.

Die vorliegende Hagelstatistik gewährt auch über das gesetzmässige Verhalten der Hagelfälle in der *täglichen Verteilung* Aufschlüsse. Da aber das Beobachtungsmaterial nach Provinzen zusammengefasst vorliegt und wir es somit mit stark ausgeglichenen Angaben zu tun haben, so können die daraus hervorgehenden Resultate auch nur ein allgemeines Gepräge tragen. Zu dieser Auffassung wird man unwillkürlich geführt, wenn man sich die grossen Verschiedenheiten in der täglichen Periode der Gewitter in einzelnen Gegenden Schleswig-Holsteins oder Thüringens vergegenwärtigt. Auf die Zuverlässigkeit der Angaben der darauf bezüglichen Tabelle h musste auch *der* Umstand nachteilig einwirken, dass bei einem nicht unerheblichen Teile der Beobachtungen die Zeitangaben fehlten, so dass sie von der Bearbeitung ausgeschlossen werden mussten. Über den Umfang dieses mangelhaften Materials gibt die letzte Kolumne des ersten Teiles der Tabelle h Aufschluss. Die Mehrzahl der Fälle gehört der Nachtzeit an, wo sich der Mangel an Beobachtungen ohnehin empfindlich bemerkbar macht. Aus dem vorher angegebenen Grunde zeigt denn auch der Verlauf der Stundenmittel einen glatten Gang; zur Darstellung der täglichen Periode der Hagelfälle habe ich wieder Prozentzahlen gewählt. Das Hauptmaximum der Hagelfälle tritt mit Ausnahme einer Provinz zwischen 2 und 4 Uhr

nachm. auf, und zwar zwischen 2 und 3 Uhr bereits in den am meisten nach der Ostgrenze zu vorgeschobenen Provinzen. In Westfalen findet sich zwar der tägliche Höchstwert erst zwischen 4 bis 5 Uhr nachm. vor, aber der auf 3 bis 4 Uhr fallende Betrag stimmt nahe mit dem von 4 bis 5 Uhr überein. Bei den übrigen Provinzen ist die Abweichung des grössten Wertes von denjenigen der angrenzenden Stundenmittel merklich grösser. In der Nacht und in den späten Morgenstunden macht sich in mehreren Zahlenreihen eine vorübergehende Zunahme der Häufigkeit der Hagelfälle bemerkbar. Das nächtliche sekundäre Maximum ist nur in den westlichen Provinzen vorhanden, die auch häufiger von Nachtgewittern heimgesucht werden, als der östliche Teil Deutschlands. Das zwischen 10 und 11 Uhr vorm. auftretende sekundäre Maximum ist dadurch bemerkenswert, dass es sich in vielen Provinzreihen vorfindet. Im Osten zeigt es sich in einem grossen zusammenhängenden Gebiet, das aber ausschliesslich dem norddeutschen Teile angehört; von den drei im Westen gelegenen Provinzen, die diese Steigerung der Häufigkeitswerte aufweisen, besitzt Schleswig-Holstein den höchsten Betrag.

(Siehe Tabelle h, Seite 560.)

Zu ähnlichen Ergebnissen führt auch eine Prüfung der entsprechenden Zahlen für die Gewitterhäufigkeit, die zu Vergleichszwecken herangezogen wurden. Die Verschiedenheit in der täglichen Verteilung der Gewitter ist in der räumlichen Ausdehnung, wie sie die meisten Provinzen darbieten, mitunter schon erheblich und bei der Bildung der stündlichen Mittelwerte kann hinsichtlich des zeitlichen Eintritts des Maximalwertes die ungleiche Dichte des Stationsnetzes leicht ausschlaggebend sein. Noch ein anderer Umstand kann vereinzelt an der Grösse der zeitlichen Verschiebung der Höchstwerte bei den Hagelfällen und den Gewittern mit Schuld tragen. Es ist zu beachten, dass die tägliche Periode der Gewitter nach dem Zeitpunkt der Hörbarkeit des ersten Donners aufgestellt wird, während die Hagelfälle öfter erst im Verlaufe des Gewitters auftreten. Aber selbst wenn die Übereinstimmung in der zeitlichen Lage der Höchstwerte der beiden Vorgänge noch vollkommener wäre, so würde man daraus doch noch nicht auf einen unmittelbaren Zusammenhang schliessen dürfen; dazu sind die Häufigkeitsverhältnisse zu ungleich. Wohl aber wird dadurch die Auffassung gestützt, dass wir es bei den ohne elektrische Entladungen vor sich gehenden Hagelfällen mit meteorologischen Vorgängen zu tun haben, die einen den Gewittern verwandten Charakter besitzen und denen ähnliche Ursachen zugrunde liegen; für sie besteht deshalb auch die Bezeichnung „stille Gewitter". Diese Bezeichnung halte ich für verfehlt, da sie leicht zu Verwechselungen Anlass geben kann. Unter den niederen Breiten treten bisweilen Blitze in grosser Zahl hintereinander in der Nähe des Zeniths auf, ohne dass ein Donner hörbar wird; hier besteht die Bezeichnung „stilles Gewitter" mit viel grösserem Recht. Zu dem Auftreten des Vormittagmaximums in der täglichen Periode der Hagelfälle möchte ich erwähnen,

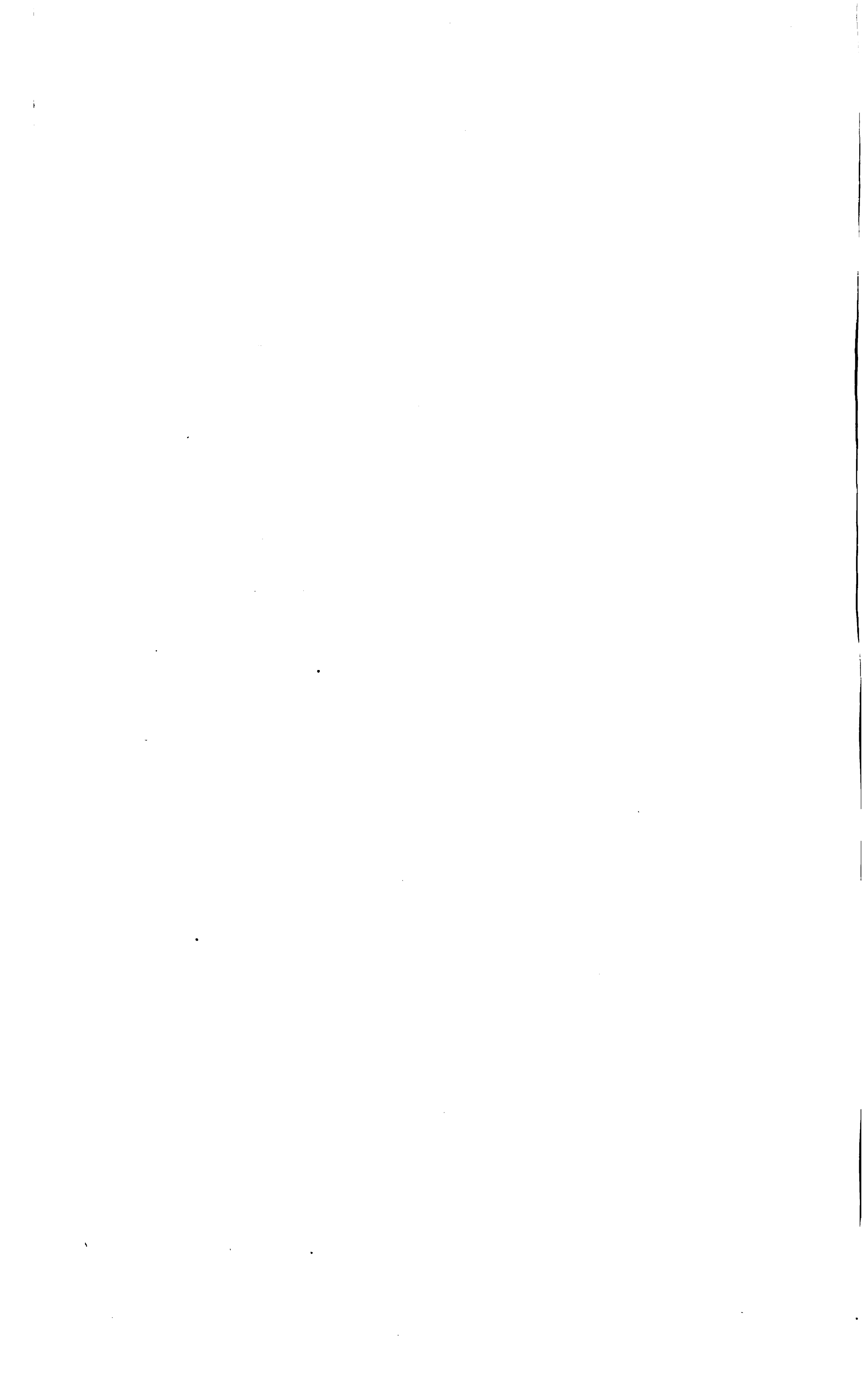
Tabelle h.

Mittlere tägliche Verteilung der Hagelfälle in Prozenten der Tagessumme (1890—1909).

Provinz	a. m.												p. m.												Infolge mangelnder Zeitangaben nicht mit verrechnete Fälle	
	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	a. m.	p. m.
	Prozent												Prozent												Prozent	
Ostpreussen . . .	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	1,2	3,0	*5,7*	4,4	11,8	16,8	*18,2*	15,5	8,9	5,0	2,2	1,1	0,7	0,8	0,8	0,4	9,4	7,6
Westpreussen . . .	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,4	0,9	2,9	*5,7*	3,9	9,9	12,2	16,3	*17,2*	12,3	7,4	4,3	1,8	1,0	0,8	0,8	0,7	8,8	7,4
Brandenburg . . .	0,7	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	1,0	2,5	2,7	7,0	10,7	16,2	*18,4*	14,1	9,6	5,7	2,9	1,7	1,7	1,6	1,2	10,3	7,0
Pommern	1,2	0,9	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	1,7	3,6	*6,4*	4,6	9,7	12,0	13,5	*14,8*	10,9	6,7	3,2	2,0	1,5	1,5	1,6	1,0	10,5	7,4
Posen	0,6	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	1,8	3,6	3,7	9,4	11,9	15,9	*18,3*	14,0	9,2	3,5	2,2	1,4	0,8	0,8	0,9	9,0	8,9
Schlesien	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,9	2,8	3,5	10,3	13,1	*17,9*	17,7	12,2	7,8	4,3	2,4	2,0	1,2	0,8	0,6	4,8	4,7
Sachsen	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,5	0,7	0,2	0,3	0,6	1,3	1,8	5,6	10,8	17,0	*19,1*	14,0	8,7	6,0	4,6	3,3	2,0	1,4	0,8	7,3	6,0
Schleswig-Holstein .	0,9	*1,3*	1,0	1,0	0,5	1,0	1,2	1,6	2,4	4,4	*5,8*	3,4	7,2	9,5	12,3	*16,7*	12,1	8,6	3,9	1,5	1,1	0,8	*1,4*	0,7	3,5	5,2
Hannover	*1,0*	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	1,7	*3,7*	2,8	7,6	11,2	14,8	*17,1*	13,1	9,3	6,5	3,5	1,6	1,5	1,2	0,7	5,9	6,2
Westfalen	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	1,1	2,0	2,8	8,5	9,2	11,8	16,5	*16,8*	12,9	8,6	2,5	1,0	1,1	*1,6*	0,7	10,1	7,9
Hessen-Nassau . .	*1,8*	1,4	0,8	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	1,0	1,8	1,9	7,2	10,9	13,4	*14,5*	11,8	10,8	8,1	4,8	4,0	2,9	1,0	0,6	6,0	6,2
Rheinland	*1,4*	1,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,8	1,3	*2,8*	2,6	6,5	8,2	13,6	*15,8*	14,3	12,2	7,6	4,1	2,7	1,8	0,9	0,4	3,4	5,7

dass ein solches in der täglichen Gewitterverteilung bisher nur in kleineren Gebieten, z. B. im Harz, nachgewiesen worden ist; das in grosser räumlicher Verbreitung auftretende Hagelmaximum verdient deshalb besondere Beachtung. Ein kleiner, bald vorübergehender Anstieg in der Gewitterhäufigkeit in der Nacht ist kein seltener Vorgang; die meisten Gewitterstationen mit längerer Beobachtungsdauer lassen in der täglichen Periode ein sekundäres Maximum, allerdings in voneinander abweichenden Stunden, erkennen.

Eine genaue Statistik der Hagelfälle für ein ausgedehntes Gebiet wird sich nur schwer erreichen lassen. Die oft geringe räumliche Verbreitung der Hagelfälle und ihre kurze Dauer an dem einzelnen Orte setzen ein dichtes Beobachtungsnetz und eine grosse Aufmerksamkeit der Berichterstatter voraus, wenn alle Phänomen zur Kenntnis der zuständigen Stelle kommen sollen. Da diese Bedingungen sich nur schwer erfüllen lassen, wird man sich vorläufig noch mit Ergebnissen allgemeiner Natur begnügen müssen.



Zur Kenntnis der Stoffverteilung im Keimling der Sonnenblume.

Von

Dr. P. Branscheidt-Göttingen.

(Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.)

(Mit einer Textabbildung.)

Einleitung.

In seiner Dissertation „Zur Kenntnis des Entwicklungsverlaufs und der stofflichen Vorgänge bei Helianthus annuus. L." Göttingen 1919 hat W. HABESCHIAN anhangsweise (S. 26 ff.) auch die ersten Entwicklungsstadien untersucht. Er berücksichtigt dabei in erster Linie nur die Niederschläge, die nach Injektion der Keimlinge mit Kaliumbichromat ausfallen.

Nach den Arbeiten von DE VRIES[1]), FRANK[2]), SERNO[3]), BERTHOLD[4]) und HÄMMERLE[5]) schien es in mancher Hinsicht von Interesse, die ersten Entwicklungsstadien eingehender als HABESCHIAN dies getan hat und auch noch mit Rücksicht auf das Verhalten von Stärke, Zucker und Nitrate hin näher zu verfolgen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden auf Anregung von Herrn Geheimrat BERTHOLD im Pflanzenphysiologischen Institut zu Göttingen im Laufe des Sommers 1919 durchgeführt.

Die Pflanzen wurden in Töpfen im Glashaus auf dem Institut gezogen. Auch die älteren Stadien, von denen einige der Versuchsparzelle des botanischen Gartens entnommen sind, wurden nebenbei auf Zucker und Salpeter beobachtet.

Einzeluntersuchungen.

Ruhender Same. 30. 3. 1919.

Wurzelspitze und Hypokotyl etwa 2—2,5 *mm*.

Anatomische Verhältnisse siehe HABESCHIAN.

---

[1]) DE VRIES, Keimungsgeschichte der Kartoffelknollen. Landw. Jahrb. Bd. 7, 1778.

[2]) FRANK, Über Ursprung und Schicksal der Salpetersäure in der Pflanze. Bot. Berichte Bd. 5, 1887.

[3]) SERNO, Über das Auftreten und Verhalten der Salpetersäure in der Pflanze. Landw. Jahrb. Bd. 18, 1889.

[4]) BERTHOLD, Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation, Leipzig I, 1898; II, 1, 1904.

[5]) HÄMMERLE, Über das Auftreten von Gerbstoff, Stärke und Zucker bei Acer pseudoplatanus im ersten Jahre. Bot. Berichte Bd. 19, 1901.

Nach Konservierung in Kaliumbichromat ist der ganze Same intensiv braun.

Längsschnitt: Haube bis auf eine mediane, mehr oder weniger kreisförmige Zone intensiv dunkelrotbraun. Die innere, der Wurzelspitze anliegende Schicht ist etwas heller. Intensiv dunkelbraun sind die äussersten Schichten des Periblems, der Rinde des Hypokotyls und der Kotyledonen. Nach innen ist die Färbung etwas heller, sowohl in der Wurzel als auch in Mark und Rinde des Hypokotyls und in den Kotyledonen. In den Kotyledonen etwas intensivere Färbung um die Anlage der Bündel und Ölgänge. Plerom und Bündelregion des Hypokotyls blasshellbraun.

Vegetationspunkt konkav. Im Protoderm dunkelbraune Niederschlagtröpfchen. Darunter 1—2 Schichten heller, dann eine median 3—5 seitlich 2 Schichten breite Zone wieder dunkelbraune Tröpfchen, die sich nach unten im Mark des Hypokotyls bald verlieren. Dieselbe dunkle Braunfärbung durch Tröpfchen auch in den Achseln der Kotyledonen.

Junge Blattanlagen wie die Kotyledonen in der Epidermis intensiv dunkelbraun.

Querschnitt: Haube: median mehr oder weniger hellbraun mit einzelnen dunklen Zellen. Im übrigen bis auf eine schmale periphere Zone intensiv rotbraun.

Wurzel: Periblem in den äussersten 2—3 Schichten besonders intensiv dunkelrotbraun, nach innen etwas heller. Vom Plerom heben sich durch grössere Zellen 2 Schichten deutlich ab, die dieselbe blasshellbraune Tönung wie im Plerom zeigen, die Anlage der Endodermis und des Perikambiums. Im Plerom ist die Anlage der Gefässe in Kreuzform deutlich zu erkennen. Die innersten Zellen sind etwa ebenso gross, wie die des Perikambiums. In den 4 Feldern zwischen den späteren Gefässteilen liegen in der Mitte peripher die farblos hellen Anlagen der Siebteile, während das umgebende Parenchym mehr oder weniger intensiv hellbraun erscheint. Die Zellen der Haube, ganz peripher, sind heller als das Periblem.

Hypokotyl: Die Epidermis ist intensiv rotbraun. Die anschliessenden Schichten sind etwas heller. Gegen das Mark hin wird die Färbung heller bis hellbraun, sodann durchs Mark hindurch hellbraun bleibend. Peripher vielleicht etwas dunkler; deutlich dunkler zwischen den 6—8 Bündeln. Vor den Bündeln liegen im Mark 2—3 Schichten intensiv braune Zellen. Diese mehr Niederschlag führenden Zellen, überhaupt die dunkleren um die Bündel und zwischen denselben, sind zum Teil erheblich kleiner als die Mark- und Rindenzellen und zum Teil in lebhafter Teilung.

Im Mark liegen die grössten Zellen naturgemäss mitten. Sie haben oft das 15—20 fache Lumen der peripheren Schichten. In der Rinde sind die Zellen der Mittelrinde die grössten.

Vegetationspunkt, Blätter und Kotyledonen: Vegetationspunkt besonders seitlich intensiv braun. Blätter in der Epidermis intensiv rotbraun, auch innen nur wenig heller werdend. Heller sind die Bündelanlagen; nach innen vorgelagert wieder in schmaler Schicht dunklere Zellen. Ähn-

lich liegen die Dinge in den Keimblättern; sie sind aber innen heller bis auf die 2—4 Schichten nach innen vor den Bündelanlagen. Diese Zellen sind auch hier erheblich enger als die umgebenden. Auch zwischen den Bündeln intensivere Färbung.

Stärke: In der medianen helleren mehr oder weniger niederschlagfreien Region der Wurzelhaube feinkörnige Stärke von dunkelblauer Färbung in mässig grossen Mengen. Ziemlich viel dunkler gefärbte Stärke in der Stärkescheide, maximal etwa im unteren Hypokotyl. Sie nimmt nach unten bis etwa gegen $^1/_2$ *mm* von der Wurzelspitze nach oben bis in die untere Hälfte der Kotyledonen ab. Daneben tritt Stärke von violettbrauner Färbung in geringen Mengen auf im Hypokotyl und in den Kotyledonen. In der Rinde liegt ein schwaches Maximum etwa zu Beginn der oberen Hälfte, etwas höher als in der Stärkescheide. Nach oben reicht hier die Stärke unter steter Abnahme bis in das untere Drittel der Kotyledonen. Nach unten nimmt sie sehr schnell ab, so dass die Wurzelrinde vollständig frei davon ist. Im Mark ist etwas mehr vorhanden, hier maximal in gleicher Höhe mit der Rinde. Sie verliert sich in der unteren Hälfte des Hypokotyls schnell; nach oben nimmt die Stärke aber kaum merklich ab, bis sie dann plötzlich verschwindet. Die Initialen des Marks und der Vegetationspunkt sind frei davon. In den Achseln der Kotyledonen ist vielleicht noch etwas mehr Stärke als im Mark. Nach unten ist die Abnahme hier plötzlich, nach oben verliert sie sich in $^1/_{10}$—$^2/_{10}$ der Kotyledonen.

Zucker: Frei von Zucker.

Nitrat: Frei von Nitraten.

In dem 24 Stunden in Wasser gequellten Samen liegen die Verhältnisse in bezug auf Kaliumbichromat-Niederschlag und Stärke wie beim ruhenden Samen, vielleicht ist etwas mehr Stärke vorhanden. Zucker und Nitrate fehlen noch. Im wesentlichen liegen die Verhältnisse auch so in dem Samen, der bereits 24 Stunden in Erde gelegen hat. Die Wurzelspitze ist etwas gestreckt. Die Färbung des Niederschlags in den inneren Geweben ist vielleicht etwas heller. In den peripheren Schichten der Haube tritt etwas rotbraun gefärbte Stärke auf. Die Verteilung ist wie vorher, sie reicht aber in den Kotyledonen etwas höher hinauf.

Zucker und Nitrate fehlen auch jetzt noch.

2 Tage in Erde. 27. 3. 1919.

Wurzel 5 *mm*, Hypokotyl 4 *mm* (HABESCHIAN, S. 27).

Kaliumbichromat-Niederschlag: Im ganzen inneren Gewebe der Wurzel und des Hypokotyls ist die Färbung etwas heller, besonders auch peripher in der sich streckenden Wurzelpartie.

Stärke tritt etwas reichlicher auf und in grösserer Ausdehnung. Sie lässt sich in der Stärkescheide weit hinab bis etwa $^1/_5$—$^1/_4$ *mm* von der Spitze verfolgen in feinsten Körnchen. Mark und Rinde der Wurzel sind jedoch frei wie im ruhenden Samen. Im Hypokotyl ist in Mark und Rinde auch etwas Anreicherung eingetreten. Das Maximum liegt wie vorher.

In den Kotyledonen lässt sich um Bündel und Anlage der Ölgänge bis hoch hinauf Stärke verfolgen. Die Färbung in der Stärkescheide nimmt einen mehr rötlich-blauen Ton an.

Zucker: Wurzel 4 *mm*, Hypokotyl 2 *mm*.

Wurzelspitze etwa 1 *mm* frei von Zucker, dann schnelle Anreicherung, schwachrostrot, bis zu einem geringen Maximum besonders in der Rinde, 3 *mm* von der Spitze. Gegen das Hypokotyl hin nimmt der Zucker schnell ab, in der Rinde schneller als im Mark. Im unteren Hypokotyl nur noch sehr wenig um die Bündel, höher hinauf kein Zucker mehr.

Nitrat: Wurzel 4 *mm*, Hypokotyl 2 *mm*.

Sehr wenig Nitrit, nur in der Rinde der Wurzel, etwa 1,5—2 *mm* von der Spitze maximal. Wurzelspitze Hypokotyl und Kotyledonen frei.

3 Tage in Erde. 28. 3. 1919.

Wurzel 12 *mm*, Hypokotyl 5 *mm*, Kotyledonen noch in der Erde.

Kaliumbichromat-Niederschlag: In der Haube lässt die Lupe vorne eine schmale hellere (hellbraune) Partie erkennen. Die Spitze bis etwa 1,5—2 *mm* ist dunkelbraun, die folgende Streckungszone der Wurzel ist hellgelblich und wird gegen das Hypokotyl hin mehr bräunlich. Im Hypokotyl wird der Niederschlag bald intensiv dunkelbraun bis in die Spitzen der Kotyledonen hinauf.

Mikroskop: Die inneren Schichten der Wurzelhaube ausser der medinanen Zone sind intensiv dunkelrotbraun, nach aussen und an der Wurzelspitze höher hinauf bald hellgelbbräunlich werdend. Die letzten Zellgruppen der Haube an der Wurzel hinauf sind blassgelb. Das Periblem ist ganz vorne erheblich heller als die Haube, in allen Schichten mehr oder weniger gleichmässig. Die 2 Tage ältere Wurzelspitze (p. 6) lässt hier schon makroskopisch eine etwa $^1/_2$ *mm* lange hellere Zone erkennen, der dann ein zweites Maximum folgt. Höher hinauf, wo die Intensität des Niederschlags in der Haube nachlässt, färben sich die äusseren Schichten des Periblems intensiv dunkelbraun. Das innere Periblem ist gegen diese Schichten erheblich heller, etwas heller auch als näher an der Spitze. Der Übergang der peripheren Schichten zu den hellbräunlichen inneren ist mehr oder weniger plötzlich durch 2—3 Schichten hindurch. Dieses Niederschlagmaximum in der Wurzel erstreckt sich über etwa 1—2,5 *mm* und nimmt dann mit der auslaufenden Wurzelhaube in der Streckungszone der Wurzel bald den hellgelben Ton an. Das Mark der vorderen Wurzelpartie ist heller als die Rinde, deren innere Schichten von der Spitze nach aufwärts sich langsam aufhellen. In der Streckungszone ca. 2—2,5 *mm* hinter der Spitze gleichen sich alle Schichten des Marks und der Rinde mehr oder weniger vollständig aus. Die Färbung ist hier blasshellgelb. Etwas dunkler sind die peripheren Rindenpartien und die Umgebung der Bündel.

3—4 *mm* höher hinauf, etwa 6—6,5 *mm* von der Wurzelspitze, beginnen diese äussersten Rindenschichten und die Zellen um die Bündel

sich dunkler zu färben; ihnen folgen etwa 5 *mm* vom Vegetationspunkt im unteren Hypokotyl auch die inneren Rindenschichten, die aber gegen die ziemlich plötzlich sich intensiver färbenden peripheren Schichten noch hell bleiben. Die intensive Rotbraunfärbung der Epidermis nimmt durch 3—5 hypodermale Schichten schnell ab nach innen. Das Mark ist hier hell wie die innere Rinde. Diese Verteilung bleibt mehr oder weniger konstant bis gegen die Kotyledonen hin. Die pheriphere dunklere Färbung beschränkt sich aber im wesentlichen nur auf die Epidermis bis in die Kotyledonen hinauf. Die 1—2 hypodermalen Schichten sind schon erheblich heller. Noch bedeutend heller sind die inneren Rindenschichten, aber doch hier etwas dunkler als im unteren Hypokotyl. Durch die Kotyledonen hinauf wird der Niederschlag in der Epidermis etwas heller.

In diesen dunkelsten Schichten ist der Niederschlag in Form kleiner Tröpfchen ausgefüllt.

Am Vegetationspunkt liegen die Verhältnisse wesentlich wie in den jüngeren Stadien. Die Färbung der kleinen Tröpfchen, mässig dunkelbraun, hat etwas nachgelassen. Das Maximum, durch eine Schicht vom Protoderm getrennt, ist mitten in den Initialen etwa 4—5, seitlich auf die Bündel zu 2—3 Schichten stark, median auch am intensivsten gefärbt.

Etwas dunklere Färbung zeigen die Achseln der Kotyledonen und die Blätter.

Dunkler als im Hypokotyl ist der Niederschlag in den Kotyledonen um die Bündel und um die schon deutlich hervortretenden Anlagen der Ölgänge.

Der Querschnitt durch das untere Hypokotyl zeigt in Mark und Rinde ziemlich gleichmässig leicht bräunlich-gelbe Tönung, die in den 2 bis 3 hypodermalen Schichten schnell erheblich dunkler, in der Epidermis dunkelrotbraun wird. Um die Bündel innen in 2—3, aussen in 3—4 (—5) Schichten und in schmaler tangentialer 1—2 zelliger Schicht zwischen den Bündeln leichte helle Bräunung, die sich deutlich von dem umgebenden helleren Mark und Rindengewebe abhebt. Die Zellen sind zum Teil erheblich enger als im mittleren Mark und in der mittleren Rinde.

Höher hinauf im Hypokotyl ist die Intensität der Färbung der Epidermis und des Hypoderms etwas schwächer, um die Bündel stärker, aber hier ist die Dicke der Schichten wohl etwas geringer.

In den Kotyledonen ist die Färbung im allgemeinen wohl etwas dunkler als im Hypokotyl, am intensivsten in der Epidermis und im Pallisadenhypoderm, intensiv dunkelbraun auch in den kleinen Zellen innen vor den Bündeln, besonders dem zentralen Strang. Nach aussen ist die Färbung hier etwas heller. Um die Ölgänge auch intensiv dunkelbraun.

Im allgemeinen hat also die Intensität des Niederschlags gegen die jüngeren Stadien nachgelassen.

Stärke: In der Wurzelhaube keine wesentliche Änderung. Seitlich neben dem medianen Stärkenest tritt in der Haube Stärke von braunvioletter Färbung auf. Die Initialen des Pleroms und der Haube sind frei von

Stärke. In der Streckungszone der Wurzel tritt sie sozusagen ganz zurück. Nach oben etwa 6,5 *mm* von der Wurzelspitze tritt sie dann wieder auf in erst mehr rotvioletter Färbung, die aber im Hypokotyl wieder rötlich-blauschwarz wird. Hier ist in der Stärkescheide das Maximum mehr nach oben verschoben. In Rinde und Mark, besonders unten im Mark, hat die Stärke etwas abgenommen. In der Rinde liegt das Maximum gegen die Kotyledonen hin höher hinauf als vorher. Im Mark liegt ein schwaches Maximum, aber stärker doch als in der Rinde, oben in der Markkuppe unter dem Vegetationspunkt. In den Kotyledonen tritt die Stärke in grösseren Mengen und in grösserer Ausdehnung auf, sonst in gleicher Verteilung und in gleicher braunvioletter Färbung wie vorher.

Zucker: 29. 6. 1919.

Wurzel 25 *mm*, Hypokotyl 7 *mm*, Kotyledonen noch im Boden. Erhebliche Anreicherung von Zucker.

Die freie Spitze ist etwa 2—2,5 *mm* lang. Dann schnelle Anreicherung bis etwa 7—8 *mm* Maximum bis ins Hypokotyl hinein. Hier schnelle Abnahme besonders in der Rinde, sodass im oberen Hypokotyl nur noch etwas in der Bündelzone zu erkennen ist in einer Schicht die sich der Stärkescheide anlegt.

Nitrat: 30. 6. 1919.

Wurzel 20 *mm*, Hypokotyl 6 *mm*.

Mehr Nitrat als am Tage vorher, in der Rinde der Wurzelmitte maximal. Im unteren Hypokotyl noch etwas. Wurzelspitze etwa 3 *mm* frei.

5 Tage in Erde. 30. 3. 1919.

Wurzel 60 *mm*, Hypokotyl 15 *mm*, Kotyledonen eben über der Erde.

Kaliumbichromat-Niederschlag: Im allgemeinen hat sich das Bild wenig verändert. Die Intensität des Niederschlags hat weiter abgenommen. Die beiden Maxima in der Wurzel sind weiter auseinandergerückt. Eine ganz kurze etwa $^1/_4$ *mm* lange Zone der Wurzelhaube ist farblos hell; dann folgt ein mässigbraunes Maximum von ca. $^1/_4$ *mm* Länge in der Wurzelhaube, höher hinauf tritt dann auf etwa $^1/_2$ *mm* Aufhellung ein, der das zweite $1^1/_2$—2(—$2^1/_2$) *mm* lange zweite Maximum etwa in gleicher Intensität wie das erste folgt. Das zweite Maximum geht bald in die helle Streckungszone der Wurzel über. Im unteren Teil ist das Hypokotyl noch mehr oder weniger hell; gegen die Mitte zu wird die Färbung dunkler, bis oben hinauf in die Kotyledonen intensiv rotbraun.

Das Mikroskop zeigt die ersten Anlagen der Seitenwurzeln mit den braunen Spitzen. Im Mark der Wurzel fehlt der Niederschlag, ebenso in dem oberen Teil in der Rinde ausser in sehr schmaler Zone auf dem Bündeln und peripher. Hier ist aber die Färbung auch nur ganz schwach. Im Hypokotyl, am Vegetationspunkt und in den Kotyledonen liegen die Dinge wesentlich wie vorher, nur in schwächerer Färbung. Intensiv dunkelbraun sind die Epidermis und die Umgebung der Bündel und Ölgänge.

Stärke: Nicht wesentlich verändert. Wurzelspitze wie vorher. Auffallend ist jetzt, dass sich die Stärke im Mark, die oben in der Kuppe ein schwaches Maximum von blassbraunroter Färbung bildet und nach unten bis etwa zur Mitte des Hypokotyls schnell abnimmt, in feinster Körnchengrösse nach oben median in geringen Mengen bis ins Hypoderm des Vegetationspunktes verliert. Das Protoderm ist frei von Stärke.

In der Rinde liegt das Maximum in gleicher Höhe, ist aber noch schwächer als im Mark. Beträchtliche Stärkemengen von blauschwarzer, braunschwarzer und braunvioletter Färbung liegen auf der Bündelzone in der Stärkescheide, maximal im oberen Drittel des Hypokotyls. Stärke verliert sich hier bis in die obere kurze Wurzelpartie hinein. In den Kotyledonen ist auch etwas Anreicherung zu erkennen. Sie tritt hier jetzt auch auf der Innenseite der Bündel auf. In den Blattachseln und der Epidermis der Blätter etwas Stärke von hellrotbrauner Färbung, auch in den jüngsten Blattanlagen, besonders im Stiel unterseits, sehr feinkörnig.

Zucker: 30. 6. 1919. Wurzel 45 *mm*, Hypokotyl 10 *mm* (4 Tage alt).

Allgemein etwas Zunahme.

Mit der Streckung der Wurzel tritt eine Auflösung des Zuckermaximums der ersten Stadien in zwei Maxima ein.

Die freie Spitze ist etwa 2—2,5 *mm* lang. Dann tritt schnelle Speicherung ein, so dass 11—12 *mm* von der Spitze ein kräftiges Maximum liegt, das nach oben wieder abnimmt und zwar in der Rinde schneller. Das zweite Minimum, das etwa 30 *mm* von der Spitze liegt, enthält um die Bündel und zwischen diesen noch etwas Zucker. Höher hinauf tritt wieder Anreicherung ein zu einem kräftigen Maximum im unteren Drittel des Hypokotyls. Nach oben dann wieder Abnahme, schneller in der Rinde.

Ein gleichaltes Exemplar, Wurzel 75 *mm*, Hypokotyl 15 *mm*, zeigt ein kräftiges Minimum I an der Spitze, ca. 1,75—2 *mm*. Die Maxima I 25 *mm*, II im unteren Hypokotyl sind schwächer, vor allem die Zunahme in der oberen Wurzel. Das Minimum II, 35—40 *mm*, von der Spitze ist auch ärmer an Zucker, ebenso nimmt im Hypokotyl der Zucker schneller ab.

Wurzel 80 *mm*, Hypokotyl 9 *mm*. Mit der Streckung der Wurzel geht in der Streckungszone, Minimum II, der Zuckergehalt ganz zurück. Die Zunahme nach oben ist dann sehr langsam, und zwar erst wieder auf den Bündeln, in der Rinde später und schneller bis zum starken Maximum II im unteren Hypokotyl; oben im Hypokotyl auch in der Rinde noch etwas. Minimum I an der Wurzelspitze etwa 2,5—3 *mm*. Maximum I 15 *mm* von der Spitze schwächer als Maximum II.

Wurzel 100 *mm*, Hypokotyl 12 *mm*, gleichalt. Freie Spitze 2,5—3 *mm*. Maximum I etwa 16—18 *mm* von der Spitze. Minimum II etwa 40 *mm*, dann schwache Zunahme bis zum starken Maximum II im unteren Hypokotyl. Die Abnahme ist in der Rinde sowohl beim Maximum I als auch im Hypokotyl nach oben und unten schneller als im Mark und in der Bündelzone. Im Mark unter dem Vegetationspunkt noch Spuren von Zucker,

ebenso an der Basis der Kotyledonen. Das Maximum I in der Wurzel tritt stark gegen das Maximum II zurück.

Wurzel 106 *mm*, Hypokotyl 13 *mm*. Dieselben Verhältnisse. Minimum I bis etwa 2,5 *mm*, Maximum I bei 9 *mm*, Minimum II bei 40 *mm*, Maximum II im unteren Hypokotyl, stärker als Maximum I.

Nitrat: 1. 7. 1919. Wurzel 80 *mm*, Hypokotyl 9 *mm*, Kotyledonen noch im Boden.

Spitze frei etwa 3 *mm*; das Maximum liegt in der Wurzelmitte, besonders in der Rinde. Im unteren Hypokotyl noch recht viel, hier in der Rinde auch mehr als im Mark. Nach oben Abnahme, in der Rinde ganz oben noch etwas, im Mark nichts. Das Mark enthält im Hypokotyl allgemein nur wenig.

7 Tage in Erde. 28. 5. 1919.

Wurzel 111 *mm*, Hypokotyl 30 *mm*. Kotyledonen noch nicht entfaltet. Seitenwurzeln etwa 1—2,5 *mm*.

Kaliumbichromat-Niederschlag: makroskopisch: das untere Hypokotyl ist im Anschluss an die mehr oder weniger farblose Streckungszone der Wurzel noch hellgelbbraun; etwa in der Mitte des Hypokotyls wird die Färbung dunkler und ist oben und in den Kotyledonen intensiv dunkelrotbraun.

Mikroskop: Die Intensität des Niederschlags hat weiter abgenommen. Intensiv rotbraun ist die Epidermis oben im Hypokotyl und in den Kotyledonen. Das Hypoderm wird schnell heller, Mark und die übrige Rinde mehr oder weniger farblos hell.

Vegetationspunkt trübe, auch mehr oder weniger farblos. Im Protoderm vielleicht noch Spuren einer gelblichbraunen Färbung. Intensiv dunkelbraun gefärbte Tröpfchen in der Spitze besonders der jungen Blätter und in den Kotyledonen auf den Bündeln. Die jüngsten Blattanlagen sind frei von Niederschlag.

Der Längsschnitt durch die obere Wurzelpartie und das untere Hypokotyl zeigt in der Epidermis und in einigen Schichten des Hypoderms leichte Bräunung, ebenso um die Bündel. Die jungen Nebenwurzeln, die noch in der Rinde stecken, sind besonders an der Spitze intensiv braun.

In der Hauptwurzel, auch in der Spitze bleiben die Verteilungsverhältnisse die gleichen wie an den Tagen vorher. Die Intensität hat auch hier etwas abgenommen. Die Länge der Niederschlag führenden Zonen bleibt wesentlich dieselbe.

Der Querschnitt durch das obere Hypokotyl zeigt gegen die unteren Partien eine erhebliche Zunahme des Niederschlags in den peripheren Schichten. Die Epidermis enthält in allen Schichten dunkelrotbraunen Niederschlag. Im Hypoderm zeigen die kleineren Zellen, deren Lumen dem der Epidermiszellen gleichkommt, auch dieselbe Niederschlagintensität. Die grösseren Zellen sind heller, die grössten in derselben Schicht bedeutend heller und werden durch die zwei folgenden Schichten hindurch mit der Grössenzunahme bis zur Mittelrinde farblos hell.

Auf den Bündeln zeichnen sich die Ölgänge durch bräunliche Färbung aus, die aber erheblich heller ist als peripher. Im Parenchym des Siebteils liegen hier und da auch einige Zellen mit mehr oder weniger braunem Niederschlag. Der Holzteil ist farblos. Insgesamt farblos ist das Mark.

Im Mark in der Höhe der Basis der Kotyledonen oben vereinzelte Interzellularen; in der Rinde hier mehr bis in die Kotyledonen hinauf.

Stärke: Keine wesentliche Änderung, wohl etwas weniger.

Zucker: 3. 7. 1919. Wurzel 110 *mm*, Hypokotyl 23 *mm*, Kotyledonen eben über dem Boden.

Etwas weniger Zucker als beim 5 Tage alten Exemplar. Die Verteilungsverhältnisse sind im wesentlichen dieselben: Minimum I bis 2 *mm*, Maximum I bei 10 *mm*, Minimum II bei 30 *mm*, Maximum II im unteren Hypokotyl.

Ein gleichaltes Exemplar, Wurzel 160 *mm*, Hypokotyl 16 *mm*, zeigt dieselben Verhältnisse, vielleicht noch etwas weniger Zucker.

Bei einem Pflänzchen vom 4. 7. 1919, 8 Tage in Erde, entfalten sich eben die Kotyledonen, Wurzel 130 *mm*, Hypokotyl 25 *mm*. Weitere Abnahme des Zuckergehaltes.

Die obere Wurzel ist gänzlich frei. Unten im Hypokotyl liegt ein mässiges Maximum im unteren Drittel bis zur Mitte, also etwas nach oben gerückt. Im Mark liegt beträchtlich mehr als in der Rinde, so dass das Gefälle vom Mark durch die Bündelzone stetig ist. Ganz unten im Mark an der Grenze gegen die Wurzel hin noch wenig, in der Aussenrinde nichts. An der Wurzelspitze auch weitere Abnahme, die Verteilungsverhältnisse sind dieselben wie am 30. 6. Oben im Hypokotyl etwas mehr als unten. In der Rinde liegt also bedeutend weniger als im Mark, am wenigsten in der Aussenrinde, die Abnahme ist stärker als im Mark, wo sie nach oben langsamer ist als nach unten. In den Kotyledonen unten etwas Zucker.

Nitrat: 3. 7. 1919. Wurzel 100 *mm*, Hypkotyl 16 *mm*, Kotyledonen entfalten sich eben.

Freie Spitze etwa 2 *mm*, die Verteilungsverhältnisse wie vorher. Es ist etwas weniger Nitrat vorhanden, so dass das Mark im oberen Hypokotyl frei ist, dagegen ist hier in der Rinde noch etwas. Nach unten Zunahme, auch im Mark etwas. Das Gesamtmaximum liegt in der Wurzelmitte.

4. 7. 1919. Wurzel 130 *mm*, Hypokotyl 25 *mm*. Mark oben im Hypokotyl frei, unten wenig; Rinde oben wenig, unten mehr.

10 Tage in Erde. 2. 6. 1919.

55 *mm* über dem Boden, Hypokotyl 50 *mm*, Kotyledonen noch nicht entfaltet, zwischen den Kotyledonen ist das erste Blattpaar bereits 3,5 bis 4 *mm* lang.

Der Vegetationspunkt wird flacher.

Kaliumbichromat-Niederschlag: Weitere Abnahme auch in den peripheren Schichten, besonders auch in den Kotyledonen, hier auch auf den Bündeln. Abnahme auch in den Blättern. Die Drüsenzellen an der Spitze der Blätter sind in ihren obersten Zellen intensiv braun.

Stärke: Im Hypokotyl gegen früher keine wesentliche Änderung, nur weniger.

Das Epikotyl, das eben mit der Streckung beginnt, ist in allen Schichten frei von Stärke. Sehr geringe Mengen von blassbrauner Färbung liegen noch oben in der Markkuppe und nehmen hier etwa $^1/_8$ des Querschnittes ein. Nach unten ist die Abnahme mehr oder weniger plötzlich, nach oben nimmt die Stärke durch 5—3 Schichten unter dem Vegetationspunkt ab, reichert sich aber im Hypoderm äusserst feinkörnig im mittleren Viertel oder Fünftel des Vegetationspunktes wieder etwas an. Vielleicht median auch Spuren im Protoderm. Die Blätter sind frei von Stärke.

Zucker: 13. 7. 1919. Hypokotyl 45 *mm*, Kotyledonen eben entfaltet, 1. Blattpaar etwa 10 *mm*.

Weitere Abnahme des Zuckergehaltes.

Das Maximum wie vorher gegen die Mitte des Hypokotyls verschoben; es beschränkt sich aber im wesentlichen auf die peripheren Schichten. Im zentralen Mark etwas, in der Rinde sehr wenig.

Ganz unten im Hypokotyl nur noch etwas im peripheren Mark; der Zucker verliert sich hier gegen die Wurzel hin, nur etwas in sie hinein. Rinde frei. An der Wurzelspitze bleibt das Bild der früheren Tage, 4. 7. und 30. 6., erhalten. Die Intensität der Färbung hat etwas nachgelassen.

Oben auch wesentlich Zucker nur im peripheren Mark, im zentralen Mark vielleicht noch Spuren, Rinde frei. In den Kotyledonen und Blättern etwas um die Bündel und peripher.

Ein 2 Tage älteres Exemplar, 15. 7., Hypokotyl 50 *mm*, Epikotyl 10 *mm*, 1. Blattpaar etwa 15—20 *mm*, zeigt wesentlich gleiche Verhältnisse, aber wohl noch weniger Zucker.

Nitrat: 15. 7. 1919. 62 *mm*, Hypokotyl 50 *mm*, Epikotyl 10 *mm*, 1. Blattpaar etwa 15 *mm*, keine Änderung gegen vorher.

27. 5. 1919. 80 *mm*.

Hypokotyl 50 *mm*, Epikotyl 25 *mm*, 3 Blattpaare, 1. 55—60 *mm* lang, 2. 20—25 *mm*, 3. 4—5 *mm* lang.

Vegetationspunkt schwach konvex, breiter. Die ganze Achse hat sich erheblich verbreitert. Hypokotyl etwa 2,5—3 *mm* breit, Epikotyl 1,3 bis 1,5 *mm*. Im Hypokotyl und Epikotyl noch keine verdickten Fasern.

Kaliumbichromat-Niederschlag fehlt, ausser in der Epidermis der Rinde und in den Blattspitzen, in der Rinde mehr oder weniger hellbraun, in den Blättern schmutzig bräunlich.

Die Markkuppe ist oben ziemlich halbkreisförmig. Vegetationspunkt und Markanlage trüb aber farblos. Die Zone der Initialen reicht etwas stumpf zapfenförmig nach unten, schnell hellwerdend.

Der Querschnitt durch das stark behaarte Epikotyl zeigt mässig braunen Niederschlag in den mehrzelligen Drüsenhaaren. Die langen mehrzelligen Borstenhaare sind frei.

In der Epidermis ist die Färbung des Niederschlags mässig hellbraun. Hypodermis, Rinde und Mark sind farblos hell. Das Parenchym in Holz-

und Siebteil und die engen Ölgänge in Rinde und peripherem Mark zeigen schmutzig trübe, zum Teil bräunliche Tönung. Das Hypokotyl zeigt das Bild der jüngeren Stadien. Epidermis mässigbraun, dunkler als im Epikotyl, Hypoderm in 1 oder 2 Schichten wesentlich heller. Um die Ölgänge wie vorher, gelbbraun. Holz- und Siebteil farblos, Mittelrinde und Mark farblos.

Stärke: Mit dem Einsetzen der Assimilation durch die grösseren Blätter tritt eine Anreicherung der Stärke ein. Die Färbung nimmt einen mehr schwärzlich-braunen bis schwarzblauen Ton an. Das Maximum liegt im Mark oben in der Kuppe in einer nach unten etwas vorgewölbten Zone; nach oben nimmt die Stärke durch eine mediane kegelförmige Zone bis ins Protoderm hinein ab, während die seitlichen Partien des Vegetationspunktes frei sind. Median ist die Färbung auch mehr rötlich-braun nach oben zu; nach unten verliert sich die Stärke langsam. Im jüngsten Internodium ist die Verteilung im Mark mehr oder weniger gleichmässig, im 2. Internodium ist die Abnahme mitten stärker als peripher. Im Epikotyl ist unten nur im peripheren Mark noch spurenweise Stärke vorhanden von hellrotbrauner Färbung.

Die Rinde ist stärkefrei bis auf die Umgebung im Bündel und im Knospengrund. Hier auch mässig viel in den älteren Blättern, auch in den jüngsten Blättern unterseits; oberseits und in den Achseln auch etwas. Wo die Stärke in so geringen Mengen auftritt, ist sie blassrotbraun gefärbt.

Das Epikotyl enthält auch in den Markstrahlen Spuren von Stärke.

Im Hypokotyl ist das gesamte Mark frei von Stärke. In den Markstrahlen und ganz vor den Bündeln hie und da vielleicht Spuren von blassbraunvioletter Färbung, während in der Stärkescheide, wo hier unten auch nicht viel Stärke vorhanden ist, die Färbung blauschwarz bleibt. Im Epikotyl hat die Stärkemenge in der Stärkescheide abgenommen, die Färbung ist auch mehr bräunlich-blauschwarz.

Spuren von Stärke in den langen Haaren des Epikotyls und der Blätter.

Zucker: 20. 7. 1919. 95 *mm*. Hypokotyl 70 *mm*, Epikotyl 17 *mm*. 1. Blattpaar 35—40 *mm*, 2. 6—7 *mm* lang.

Sehr wenig Zucker, noch weitere Abnahme gegen das vorhergehende Stadium. Das Maximum liegt etwas höher als früher, gegen das Epikotyl hin; hier aber auch Zucker wesentlich nur im peripheren Mark und etwas in der Rinde auf den Bündeln. In der Rinde nimmt der Zucker schneller ab als im Mark. Sonst wie das jüngere Stadium.

Nitrat: 19. 7. 1919. Hypokotyl 60 *mm*, Epikotyl 15 *mm*. 80 *mm*. Verteilung wie vorher.

22. 7. 1919. 111 *mm*. 62 — 43 —.

1. Blattpaar . . . . 60 *mm* lang,
2. „ . . . . 25 „ „
3. „ . . . . 12 „ „
4. „ . . . . 3 „ „

ausserdem lässt das Mikroskop noch eine weitere Blattpaaranlage von 1,5 *mm* erkennen, ferner zwei weitere Anlagen von etwa 0,8—0,6 *mm* und von einem weiteren Blatt die ersten Stadien.

Im oberen Hypokotyl beginnt die Verholzung der Fasern.

In diesem Stadium der Entwicklung liegt das Minimum im Gehalt an Kaliumbichromat-Niederschlag.

Mark, Bündelzone und Rinde sind insgesamt frei von Niederschlag; eine leichte Bräunung zeigt nur die Epidermis im Epikotyl. Im Hypokotyl verschwindet der Niederschlag in den dunkleren Schichten nicht ganz; unten ist die Epidermis intensiv braun, nach oben hellt sie sich schnell auf. Das Hypoderm ist schon erheblich heller. Gelblich-braun sind die Ölgänge unten, besonders auf den Fasergruppen, sie werden nach oben farblos. Hie und da hellmässigbraune Zellen auch im Parenchym des Siebteils. Um den Holzteil in einer schmalen Zellschicht blassgelbe Tönung; die übrige Rinde und das Mark sind farblos.

Der Vegetationspunkt ist schwach konvex, etwas mehr als vorher.

Stärke: Weniger als vorher (anhaltende trübe, kalte Witterung) aber in derselben Verteilung.

Das Maximum liegt oben in der Markkuppe, seitlich etwas höher als median, sehr feinkörnig. In der Markanlage sehr wenig, äusserst feinkörnig. Im Hypoderm und Protoderm des Vegetationspunktes wie vorher; im Protoderm ist die Abnahme wohl etwas stärker; die Färbung ist wie vorher noch blassbraunviolett. Im Mark fehlt unten die Stärke ganz, da auch schon, wo sie vorher noch mehr oder weniger gleichförmig in sehr geringen Mengen vorhanden war, nach oben tritt sie peripher aber wieder zuerst auf. Ebenso ist in der Rinde weniger vorhanden. Hier tritt sie aber in Höhe des Maximums im Mark in feinster Verteilung in geringen Mengen sozusagen in der ganzen Rinde auf, auf den Bündeln wohl etwas mehr; hier reicht sie auch weiter hinab als in der übrigen Rinde und auch weiter als im Mark.

In den äusseren Blättern besonders im Stiel Spuren bis zum 4. Blattpaar, die innersten frei. In den langen Haaren etwas mehr als vorher.

2 andere Exemplare von

a) 115 *mm*. 60 — 50 —
b) 115 „ 55 — 55 — Länge.

	a)	b)
1. Blattpaar	90 *mm* lang,	75 *mm* lang,
2. „	45—50 „ „	35 „ „
3. „	15 „ „	8 „ „
4. „	3 „ „	1,5—2 „ „

zeigen ähnliches Verhalten, aber etwas mehr Stärke. Im Hypoderm des Vegetationspunktes ist vielleicht etwas mehr als in den darunter liegenden Schichten. Protoderm und Maximum wie vorher. Peripher reicht sie etwas weiter hinab durch die Anreicherung. In der Rinde gleiche Verteilung, etwas mehr oben in der Knospe vielleicht in den subepidermalen Schichten.

Etwas mehr in den Blattachseln, aber immer noch sehr wenig, in den älteren Blättern besonders im Stiel unterseits und peripher etwas Zunahme. Das Maximum liegt in der Rinde wie immer vorher auf den Bündeln. In den Haaren Zunahme.

Zucker: 16. 7. 1919. 120 *mm*. 90 — 20 —.

1. Blattpaar . . . . 58 *mm* lang.
2. „ . . . . 13 „ „
3. „ . . . . 4 „ „

Etwas mehr Zucker als vorher.

Das Hypokotyl ist etwa bis zur Mitte frei, Spuren noch in der Mitte und dem unteren Drittel im peripheren Mark. Nach oben langsame Zunahme, im oberen Drittel schon etwas. Das Maximum liegt im unteren Drittel etwa des Hypokotyls, 15 *mm* unter dem Vegetationspunkt. Nach oben ist die Abnahme im Mark fast plötzlich, ebenso in der Rinde. Das Maximum in der Rinde ist nicht ganz so stark als im Mark, die Abnahme nach oben und unten schneller, auch noch etwas schneller als im zentralen Mark nach unten. Auf den Bündeln leitet der Zucker in geringen Mengen in die Blätter über.

Im oberen Teil der Wurzel im Zentralzylinder und im Mark des unteren Achtels im Hypokotyl ist etwas Zucker vorhanden, erheblich weniger aber als oben im Stengel. Mit der Streckung des Internodiums hat sich also das Maximum etwas nach oben ins Epikotyl hinein verschoben.

130 *mm*. 68 — 53 —. 1. Blattpaar 80 *mm*, 2 . 50*mm*, 3. 11 *mm*, 4. 7 *mm*, 5. 3 *mm*, 6. 1,2 *mm*.

Die Verteilung ist wesentlich dieselbe, etwas mehr im ganzen.

Nitrat: 115 *mm*. 90 — 20 —.

Im unteren Hypokotyl liegt das Maximum besonders in der Rinde und in der Rinde der oberen Wurzelpartie. Die Abnahme ist in der Rinde dann schnell, so dass im Epikotyl nur noch Spuren im Mark, in den Haaren des Epikotyls viel Nitrat.

22. 7. 1919. 135 *mm*. 70 — 57 —.

1. Blattpaar . . . . 80 *mm* lang.
2. „ . . . . 50 „ „
3. „ . . . . 12 „ „
4. „ . . . . 3 „ „

Die weiteren Anlagen in der Knospe sind unwesentlich gewachsen.

Kaliumbichromat-Niederschlag tritt wieder auf, im ganzen in hellgelbbrauner Färbung und im wesentlichen in den Gewebezonen, aus denen er zuletzt, aber nicht ganz entschwunden ist, ausserdem aber auch in den meristematischen Partien am Vegetationspunkt.

Der Vegetationspunkt hat sich weiter gewölbt, ohne jedoch schon zur Anlage des Köpfchens überzugehen.

Das Protoderm zeigt besonders median eine bräunliche Tönung, die sich etwas in das Hypoderm hinein verliert, die folgenden 2—3 Schichten aber heller lässt. Dann folgt oben in der Markkuppe eine Zone, die mitten 5—6, seitlich 2—3 Schichten lang ist mit mehr oder weniger mässig braunem Niederschlag in feinen und gröberen Tröpfchen. Gegen die Markanlage hin ist der Abfall steil, nach unten hin langsamer, besonders mitten und peripher auf den Bündeln, während in einer mehr seitlichen Zone die Aufhellung rascher erfolgt. Diese Zone erstreckt sich durch die beiden jüngsten Internodien. Peripher auf der Bündelzone reicht die Bräunung weiter hinab und erfährt im dritten Internodium eine schwache Zunahme, um dann weiter unten bald mehr oder weniger vollständig zu schwinden. Das Mark unter der Knospe ist hell, ebenso die Rinde bis auf die peripheren Schichten, besonders die Epidermis und die Innenrinde auf den Bündeln, wo sich der Niederschlag bis in die Blätter erstreckt, hier selbst etwas intensiver wird; auch in der Epidermis der Blätter blassbraune Färbung; jüngste Blattanlagen frei.

Der Querschnitt durch das obere Epikotyl zeigt eine intensiv braune Epidermis; die Drüsenhaare und ebenso besonders die untersten kleinen Zellen der langen Borstenhaare enthalten zum Teil recht viel grünlichbraunen Niederschlag. Das subepidermale Kollenchym ist erheblich heller, nur in den peripheren Schichten und den einzelnen Zellen der inneren Rinde kleine Klümpchen von hellbraunem bis grünlichbraunem Niederschlag. Die Mittelrinde und das Mark sind gänzlich frei.

Verhältnismässig grosse Mengen von Niederschlag liegen in den Bündeln, zum Teil ist die Färbung im Parenchym des Siebteils besonders gegen das Kambium hin und im Holzparenchym auch besonders gegen das Kambium hin intensiv dunkelbraun. Etwas heller ist sie im Kambium selbst und in den Fasern, wo eben die Versteifung beginnt. Durchs Holz hindurch wird die Färbung schnell heller, so dass in den 1—2 Schichten, die den Bündeln anliegen, keine Färbung, sondern nur noch Trübung zu erkennen ist. Die in der Rinde und im peripheren Mark liegenden kleinen Ölgänge enthalten kleine grünbraune Tröpfchen. Weiter unten ist die Intensität schwächer, die Epidermis ist heller. Die Drüsenhaare sind seltener, aber noch hellbraun, ebenso die Fusszellen der Borstenhaare. Kollenchym, Rinde und Mark sind farblos. In den Bündeln starke Aufhellung. Ein Teil der Fasern und des Parenchyms sind farblos hell, ebenso ist an den Ölgängen die Färbung verschwunden. In den Bündeln geht die Aufhellung nach unten weiter im Hypokotyl, sie sind hier farblos. Intensiver gefärbt sind die zu Gruppen zusammentretenden Ölgänge, hellrotbraun, und vor allem die Epidermis, intensiv rotbraun. Auch das einschichtige Hypoderm ist blassbraun.

Im unteren Hypokotyl ist die Färbung noch intensiver. Epidermis dunkelbraun. Das Hypoderm zeigt noch in 2—3 Schichten mehr oder weniger hellbraunen Niederschlag, innen heller als peripher. Intensiver gefärbt sind auch die Ölgänge auf den Fasergruppen. Alles andere farblos.

Stärke: 1. 8. 1919. 150 *mm*. 75 — 70 —.

1. Blattpaar . . . . 70 *mm* lang.
2. „ . . . . 30 „ „
3. „ . . . . 11 „ „
4. „ . . . . 4 „ „

Im allgemeinen wie vorher, vielleicht etwas mehr. Das Stärkemaximum ist gegen das Niederschlagsmaximum näher an den Vegetationspunkt herangerückt. Die untere Partie des Stärkemaximums verliert sich im Maximum des Niederschlags.

Dasselbe Verhalten zeigte ein Exemplar von 145 *mm* Höhe, 60 — 75 —. In den langen Haaren wohl etwas mehr Stärke als früher.

Zucker: 1. 8. 1919. 145 *mm*. 35 — 102 —.

5 Blattpaare von den Längen 90, 50, 13, 4, 3 *mm* sind gut ausgebildet.

Etwas mehr als vorher.

Hypokotyl wesentlich frei. Im Epikotyl ist das Maximum noch etwas nach oben verschoben, es liegt in Mark und Rinde etwa 70 *mm* unter dem Vegetationspunkt, besonders im Mark. Im übrigen ist das Verhalten betreffend Zu- und Abnahme dasselbe wie früher.

Im untersten Hypokotyl etwa 5—7,5 *mm* ist im Mark etwas mehr als vorher. Die Rinde ist frei. Im Mark ist die Abnahme dann auch mehr oder weniger plötzlich. In der anschliessenden Wurzelpartie etwa 5 *mm* im Zentralstrang auch etwas, aber doch erheblich weniger als oben.

Nitrat: 1. 8. 1919. 130 *mm*. 68 — 55 —.

Viel Nitrat, wie vorher.

150 *mm*. 70 — 72 — in ungedüngter Erde. Unten im Mark nur Spuren, höher hinauf nichts mehr. In der Rinde unten etwas, nach oben durch das Hypokotyl abnehmend. Im Epikotyl nur noch mässig, viel in den Haaren, besonders ganz oben. In der oberen Wurzelrinde etwas.

120 *mm*. 74 — 42 — in ungedüngtem Sand.

Nur sehr wenig unten in der Rinde im Hypokotyl und in der anschliessenden etwa 50 *mm* langen Partie der Hauptwurzel, in den Seitenwurzeln mehr. Im Mark des Hypokotyls und auch höher hinauf nichts mehr zu erkennen. Viel immer noch in den Haaren, besonders oben in der Knospe.

4. 7. 1919. 175 *mm*. 25 — 85 — 50 — 8 —.
185 „ 45 — 105 — 25 — 4 —.

Weitere Zunahme des *Niederschlags* (s. BERTHOLD, Untersuchungen II, 1; 54 und HABESCHIAN). Der Vegetationspunkt wölbt sich stark zur Köpfchenanlage.

Stärke: Im wesentlichen wie vorher. In den Haaren mehr Stärke. In dem Blattstiel des 5. und 6. Blattpaares in der Knospe schon mehr oder weniger viel, vielleicht maximal im Trieb.

Zucker: 9. 8. 1919. 165 *mm*. 60 — 60 — 15 — 18 — 3 —. Schwaches Exemplar.

Das Maximum liegt im Mark im 3. Internodium und reicht noch in das 4. hinein. Nach unten ist die Abnahme ziemlich schnell, so dass im Mark des Hypokotyls nur noch Spuren vorhanden sind. In der Rinde liegt das Maximum ebenfalls im 3. Internodium, dagegen zeigt das 4. schon eine starke Abnahme des Zuckers. Im Hypokotyl ist die Rinde bis auf einige Schichten um die Fasern frei von Zucker. In den Haaren oben etwas. Im Internodium unter der Knospe sind Mark und Rinde frei von Zucker (s. Exemplar von 1300 *mm*). Unten im 1. Viertel des Hypokotyls etwas Zucker neben der Markhöhle, mehr als im mittleren Hypokotyl, hier unten auch auf den Bündeln etwas, ebenso in der oberen Wurzel.

Nitrat: 9. 8. 1919. 170 *mm*. 65 — 95 — 5 —. In ungedüngtem Sande. Noch gut entwickelt.

Die Blätter sind, wenn auch nicht saftig-, so doch intensiv-grün.

Wenig Nitrat. Die obere Wurzel und die untere Hypokotylpartie zeigen etwas Nitrat in der Rinde. Im mittleren Hypokotyl keine Färbung. Dasselbe zeigt das 2. Internodium, wo aber eine schwache Blaufärbung in der Bündelzone zu erkennen ist. Eine deutliche schwache Blaufärbung zeigt dann aber das Mark im Internodium unter der Knospe, weniger als in der Wurzel, während hier die Rinde völlig farblos bleibt, die Bündelzone aber auch schwache Färbung erkennen lässt. In den Haaren viel, besonders höher an der Knospe. Hier dann schnelle Abnahme bis dicht an den Vegetationspunkt.

Dieselben Verhältnisse zeigt ein 2. auch in ungedüngtem Sande kultiviertes, gleichhohes Exemplar.

230 *mm*. 40 — 160 — 25 —. In ungedüngter Erde.

Wenig Nitrat. In der Rinde liegt im Hypokotyl das Maximum, im Mark hier nur Spuren. Im 2. Internodium Abnahme in der Rinde, Zunahme im Mark, das Maximum liegt im Mark des 3. Internodiums, während die Rinde hier frei ist. In den Haaren viel. Im 3. Internodium in den Bündeln etwas, im Mark oben Abnahme bis dicht gegen den Vegetationspunkt hin.

Ein 245 *mm* 30 — 130 — 60 — 12 — hohes Exemplar zeigt das Maximum im Mark des 4. Internodiums, in der Rinde Abnahme von unten nach oben. Das Exemplar ist in Erde gedüngt und enthält sehr viel Nitrat.

Zucker: 9. 8. 1919. 310 *mm*. 60 — 183 — 60 —.

Ähnliche Verhältnisse wie beim 170 *mm* hohen Exemplar am 9. 8. Köpfchen etwas weiter entwickelt, Maximum im oberen Viertel des 2. Internodiums noch maximal im Mark in der unteren Hälfte des folgenden Internodiums. Rinde hier schon deutliche Abnahme. Unten im 2. Internodium Spuren im Mark. Im Hypokotyl Mark und Rinde frei. Unten im Hypokotyl und in der oberen Wurzel Spuren in Mark und Rinde.

9. 8. 1919. 315 *mm*. 85 — 165 — 50 — 3 —.

Wie vorher. Ein Längsschnitt durch den Knoten zwischen dem 2. und 3. Internodium zeigt in der Rinde im 3. Internodium schon deutliche Abnahme, während im Mark das Maximum bis in das 3. Internodium hineinreicht. Oben unter dem Köpfchen weitere Strecke frei (s. Exemplar

von 1300 *mm*). Obere Wurzel wie vorher. In den Borstenhaaren mehr oder weniger viel. Im ganzen etwas mehr Zucker.

11. 8. 1919. 395 *mm*. 70 — 200 — 95 — 15 —. Köpfchen wenig verbreitert.

Im Hypokotyl etwas Zucker im peripheren Mark. Im zentralen Mark Spuren, desgleichen in der Bündelzone und der inneren Rinde. Das Maximum liegt im 2. Internodium oben und im 3. unten im Mark, während im 3. Internodium die Rinde schon eine starke Abnahme aufweist. Internodium 4 noch viel im Mark. In den Haaren mehr oder weniger viel. Obere Wurzel und untere Hypokotylpartie wie vorher, in den Gefässen kein Zucker.

Nitrat: 11. 8. 1919. 395 *mm*. 70 — 200 — 95 — 15 —. Dasselbe Exemplar wie für die Untersuchung auf Zucker.

Viel Salpeter. Maximum im Mark des 3. und 4. Internodiums. Rinde unten im Hypokotyl maximal, aber weniger als oben im Mark.

Zucker: 11. 8. 1919. 405 *mm*. 60 — 100 — 105 — 80 — 40 — 10 —.

Hypokotyl und Epikotyl zeigen im peripheren Mark und in der inneren Rinde Spuren von Zucker. Im 3. Internodium tritt dann schon mehr oder weniger viel Zucker auf, der sich im mittleren Mark ansammelt, etwa in $^3/_5$ des Querschnitts, peripher erheblich weniger. Rinde schwache Zunahme. Maximum im Internodium 4 oben und 5 unten. Rindenmaximum Internodium 4. Haare wie vorher, etwas mehr vielleicht. Die Verhältnisse unter dem Köpfchen wie vorher.

Nitrat: 11. 8. 1919. Dasselbe Exemplar.

Wie vorher. Das Maximum liegt im Mark des 5. und 6. Internodiums. In der Rinde unten; hier im Anschluss an die Wurzel mehr als oben im Mark.

Zucker:

Es wurden noch folgende Exemplare untersucht, die hier zusammen besprochen werden sollen. Auf eine eingehendere Beschreibung kann hier verzichtet werden, da die Verhältnisse wesentlich gleiche sind wie vorher. Mit der weiteren Ausbildung des Köpfchens ändern sich hier die Dinge erheblich (s. Exemplar von 1300 *mm* Höhe).

2. 7. 1919. 463 *mm*. 30 — 100 — 170 — 130 — 20 —. Köpfchen 3 *mm*. Maximum Internodium 3 und 4.

2. 7. 1919. 555 *mm*. 40 — 140 — 200 — 120 — 25 — 10 —. Köpfchen 4 *mm*. Maximum Internodium 3 und 4.

3. 7. 1919. 555 *mm*. 45 — 170 — 245 — 70 — 10 —. Köpfchen 2 *mm*. Maximum Internodium 3 und 4.

4. 7. 1919. 660 *mm*. 35 — 172 — 205 — 140 — 55 — 35 — 10 —. Köpfchen 3 *mm*. Maximum Internodium 4. Viel Zucker.

3. 7. 1919. 695 *mm*. 65 — 90 — 165 — 220 — 120 — 20 —. Köpfchen 9 *mm*. Maximum Internodium 4 und 5.

Wo Zucker nur in geringen Mengen vorhanden ist, findet er sich im peripheren Mark und auf den Bündeln in der Rinde. Die Anreicherung

geschieht im zentralen Mark und in der mittleren Rinde. In den Haaren meist mehr oder weniger viel.

Nitrat: 3. 7. 1919. 460 *mm*. 45 — 130 — 160 — 80 — 25 — 8 —. Köpfchen 3 *mm*. Viel Salpeter. Maximum im Mark im 5. Internodium, in der Rinde unten, oben noch viel.

2. 7. 1919. 515 *mm*. 47 — 150 — 245 — 50 — 10 —. Maximum Internodium 5.

2. 7. 1919. 560 *mm*. 28 — 185 — 210 — 102 — 20 —. Maximum Internodium 5.

3. 7. 1919. 570 *mm*. 30 — 185 — 235 — 75 — 25 —. Maximum Internodium 5.

3. 7. 1919. 590 *mm*. 33 — 158 — 178 — 165 — 35 —. Maximum Internodium 5.

2. 7. 1919. 610 *mm*. 20 — 73 — 130 — 30 — 70 — 75 — 40 95 — 20 — 10 — 10 —. Maximum Internodium 9.

2. 7. 1919. 635 *mm*. 40 — 190 — 245 — 115 — 25 —. Maximum Internodium 5.

4. 7. 1919. 660 *mm*. 35 — 172 — 205 — 140 — 55 — 35 — 10 —. Wenig Nitrat. Maximum Internodium 5.

2. 7. 1919. 695 *mm*. 36 — 160 — 205 — 185 — 88 — 10 —. Maximum Internodium 6.

2. 7. 1919. 755 *mm*. 27 — 106 — 166 — 212 — 176 — 16 — 15 —. Nur Spuren von Nitrat. Maximum Internodium 6 und 7.

Bei allen untersuchten Exemplaren liegt also das Maximum des Salpeters im Mark ziemlich dicht unter der Knospe. Hier enthält auch das 755 *mm* hohe Exemplar etwas, während die anderen Internodien frei davon sind.

In der Rinde liegen die Verhältnisse überall wie vorher. Das Maximum liegt unten. Ist viel Salpeter vorhanden, so reichen die Mengen in der Rinde hoch hinauf, ist nur wenig da, dann bleibt er auf die unterste Partie des Hypokotyls beschränkt im Anschluss an die obere Wurzelrinde; hier aber mehr als im Stengel. — Die Bündelzone wurde bei den Objekten mit viel Nitrat nicht näher beobachtet. — Das 755 *mm* hohe Exemplar zeigt oben in den Bündeln auch schwache Blaufärbung schon tiefer als das Mark. In den Haaren oben überall viel.

11. 8. 1919. Ein blühendes Exemplar — Köpfchen etwa 50 *mm* breit — zeigt Folgendes:

1300 *mm*. 29 Internodien: 25 — 60 — 125 — 60 — 50 — 40 — 50 — 65 — 15 — 70 — 50 — 25 — 25 — 50 — 10 — 40 — 50 — 20 — 40 — 60 — 50 — 40 — 30 — 55 — 35 — 60 — 40 — 15 —.

Es wurde gleichzeitig auf Zucker und Salpeter untersucht. Vom Wurzelansatz zu etwa $^2/_3$ der Gesamthöhe, etwa 800 *mm*, war das Mark zu etwa $^1/_3$ des Querschnitts tot.

Viel Zucker. Die Mengen, die schon im Hypokotyl peripher sich häuften, reichern sich nach oben langsam an bis etwa zu den Internodien

22—25, etwa 200—300 *mm* vom Köpfchen. Die Färbung ist intensiv rostrot, enorme Massen von Zucker im gesamten Mark. Weiter hinauf schwache Abnahme bis zum letzten Internodium. In der unteren Köpfchenpartie, nachdem sich das Mark eben etwas verbreitert hat, hört der Zucker plötzlich im Mark auf in einer etwa 7,5—10 *mm* hohen Zone, um dann am Grunde der Blüten wieder in mehr oder weniger grossen Mengen auftreten. Diese gänzlich zuckerfreie Zone deutet sich in der Entwicklung schon ziemlich früh an (s. Exemplar vom 9. 8. 1919, 165 *mm* hoch).

In der Rinde liegen oben die Dinge auch wesentlich anders. Nach dem normalen Maximum erfolgt eine Abnahme, dann in Höhe des absoluten Zuckerminimums im Grunde des Köpfchens eine Zunahme und höher hinauf bis in die Kelchblätter hinein eine schnelle Abnahme.

Im unteren Drittel des Hypokotyls und in der oberen Wurzelpartie nichts.

Übersichtlicher liegen die Verhältnisse für den Salpeter, der nur in geringen Mengen auftritt. In der Rinde zeigt sich schwache Blaufärbung nur im untersten Teil des Hypokotyls und in der oberen Wurzelrinde. Im weiteren Verlauf der Internodien tritt dann erst wieder schwache Blaufärbung — geringer als unten — ein im 25. Internodium in der Bündelzone und im Mark dazu im 27. und 28. Internodium, 60—100 *mm* vom Köpfchen; in den Bündeln also etwas tiefer als im Mark. Höher hinauf ist die Abnahme etwas langsamer bis ins Köpfchen hinein. Salpeter reicht hier etwas höher hinauf als der Zucker (Exemplar von 175 und 405 *mm*).

Das Verhalten von Zucker und Salpeter in den Blättern wurde an einem Exemplar von 410 *mm* untersucht.

12. 8. 1919. 410 *mm*. 55 — 170 — 135 — 35 —. Die noch messbaren Blätter wurden makroskopisch und auch als Ganzes unter dem Mikroskop beobachtet, die jüngsten auf dem Knospenlängsschnitt. Das Köpfchen war eben angelegt, in der Mitte noch mehr oder weniger kuppenförmig gewölbt. Blätter in regelmässigen zweizähligen Wirteln.

Im Stengel viel Zucker, maximal im 3. Internodium oben und im 4. unten.

Die Blattquerschnitte ergeben ein Maximum in den Blättern über dem 4. Internodium und zwar unterseits im Stiele mehr als oberseits. Oberseits ist die Abnahme auch höher hinauf erheblich schneller.

Kotyledonen: 35 × 20 *mm*, bereits am Vergilben, sehr wenig Zucker, maximal am Hauptnerv.

1. Blattpaar. 115 × 45 *mm*. Eine schwache Rostfärbung deutlich nur in den Nerven, am intensivsten beim Übergang in den Blattstiel. Das Mikroskop lässt feinen Niederschlag auch im Blattparenchym erkennen, oberseits wohl auch etwas mehr als unterseits. Haare sind wenig vorhanden, in ihnen Spuren von Zucker.

2. Blattpaar. 145 × 105 *mm*. Über dem Internodium mit dem Zuckermaximum in Mark und Rinde. Überall Zunahme, besonders in den Nerven,

d. h. in der Umgebung der Gefässbündel. In den etwas zahlreicheren Haaren noch wenig.

3. Blattpaar. 120 × 90 *mm*. Maximum. Nerven intensiv rostrot. Ein Längsschnitt durch den Blattstiel lässt einwandfrei Zucker auch in den engeren Gefässen erkennen. Die grössten Mengen liegen unterseits auf den Bündeln. Bei grosser Anhäufung mehr peripher unterseits. Haare etwas mehr.

4. Blattpaar. 85 × 60 *mm*. Abnahme, aber noch mehr als im 3. Blattpaar. Mehr als im Parenchym tritt der Zucker in den unteren Zellen der zahlreichen grossen Haare auf, besonders an den Nerven.

5. Blattpaar. 50 × 30 *mm*. Schwache Abnahme. Weitere Abnahme im Parenchym. Zunahme in den sehr zahlreichen Haaren besonders an den Nerven.

6. Blattpaar. 25 × 13 *mm*. Starke Abnahme, in den Haaren vielleicht auch etwas Abnahme.

7. Blattpaar. 15 × 8 *mm*. Nur noch sehr feinkörnig, wenig im Parenchym, viel noch in den Haaren.

Auf dem Knospenlängsschnitt zeigen die folgenden 4—5 Blattpaare nach innen immer weniger, die innersten sind vollständig frei. Zucker zeigt sich zunächst unterseits im Stiel. Viel enthalten aber die Haare auch an den jüngsten Blättern unterseits.

In den Stengelhaaren ist erheblich weniger Zucker enthalten als in den Blatthaaren. In der Rinde weniger Zucker als im Mark, er reicht aber hier höher hinauf als im Mark bis in die Blätter hinein. In den engen Gefässen konnte unter der Knospe Zucker deutlich nachgewiesen werden bis etwa in Höhe des Zuckergehaltes im Mark.

Das Maximum für Salpeter liegt in Internodium 4.

Eingehender wurde ein anderes Exemplar auf Salpeter untersucht.

12. 8. 1919. 375 *mm*. 35 — 105 — 140 — 65 — 15 —.

Im Stengel mehr oder weniger viel. Maximum Internodium 4.

Kotyledonen. 30 × 20 *mm*, etwas oberseits in der Rinde des Blattstiels und in den Nerven.

1. Blattpaar. 70 × 30 *mm*. Zunahme zunächst nur oberseits peripher.

2. Blattpaar. 120 × 45 *mm*. Auch unterseits im Stiel und in den Nerven etwas.

3. Blattpaar. 110 × 70 *mm*. Maximum, besonders im Stiel und Nerven oberseits.

4. Blattpaar. 75 × 50 *mm*. Noch viel.

5. Blattpaar. 50 × 25 *mm*. Wenig, mehr in den Haaren.

6. Blattpaar. 35 × 12 *mm*. Wesentlich nur noch in den Haaren.

7. Blattpaar 20 × 9 *mm* und 8. Blattpaar 15 × 5 *mm*. Weitere Abnahme, kaum noch Spuren von Blaufärbung in Stiel und Nerven, deutlich aber noch in den Haaren. Der Knospenlängsschnitt zeigt die inneren Blätter gänzlich frei, auch die Haare; bei den mittleren und äusseren dann

aber bald schon eine intensivere Blaufärbung in den Haaren. Auch hier liegt immer in den Blatthaaren mehr Salpeter als in den Stengelhaaren.

Nur nebenbei auf *Stärke* beobachtet. In den Blattstielen um die Nerven oberseits einschichtig, unterseits in 2 Schichten, seitlich wenig oder keine. Von unten nach oben Zunahme, aber immer nur wenig Stärke, auch im Parenchym. Die innersten Blätter der Knospe sind frei. Dann tritt sie zuerst im Stiel auf. Das Maximum liegt vielleicht im 7. oder 8. Blatt (25 × 13 *mm* oder 15 × 8 *mm*).

Im Stengel in der Stärkescheide wenig Stärke, von unten nach oben zunehmend, Maximum im 6, oder 7. Internodium.

Zusammenfassung der hauptsächlichen Ergebnisse.

Kaliumbichromat-Niederschlag.

Das allgemeine Verhalten des Niederschlags geht aus Kurve I (Abb. 91. Seite 587) hervor.

(Siehe Tabelle 1. Seite 584.)

Die Untersuchungen erstrecken sich nur auf die Jugendstadien bis zum 135 *mm* hohen Pflänzchen. Die weitere Entwicklung legen BERTHOLDS und HABESCHIANS Untersuchnngen dar.

Im einzelnen zeigt die Entwicklung folgenden Verlauf: Im ruhenden Samen liegt ein anfängliches Maximum von intensiv brauner Färbung, das in dem 24 Stunden in Wasser gequellten Samen im wesentlichen erhalten bleibt, auch der weiterhin 24 Stunden in Erde ausgelegte Same zeigt noch wesentlich dasselbe Bild. Dass HABESCHIAN, S. 28, in diesen ersten Stadien keinen Niederschlag fand, beruht wohl darauf, dass er vor der Konservierung die Fruchtschale nicht entfernte oder öffnete, so dass das Reagenz nicht eingedrungen war. Niederschlag ist in allen Schichten vorhanden, am hellsten ist das Plerom, schmutzigbraun und die zwei Schichten, aus denen das Perikambium und die Endodermis hervorgehen. Der Vegetationspunkt ist auch im Protoderm intensiv gefärbt.

Eine deutliche Aufhellung der inneren Gewebe der Wurzel und des Hypokotyls, besonders in der Streckungszone, zeigt der Same nach 2 tägiger Keimung in Erde. Dieses Stadium stimmt im wesentlichen mit dem von HABESCHIAN untersuchten überein; es ist nicht ganz so weit entwickelt. Die Verhältnisse an der Wurzelspitze treten erst am 3. Tage deutlich hervor. HABESCHIAN fand eine Zunahme der Intensität im Protoderm. Ich fand hier eine leichte Abnahme. Das Protoderm des Vegetationspunktes ist aber noch mehr oder weniger dunkelbraun wie auch bei HABESCHIAN. Wahrscheinlich beruht der ungleiche Befund auch hier darauf, dass HABESCHIAN bei dem Samen, der 1 Tag in Erde gekeimt hatte, die Fruchtschale nicht entfernte. Dasselbe gilt auch für die Keimblätter, die HABESCHIAN am 2. Tage, wo die Fruchtschale gesprengt ist, dunkler fand als am Tage vorher.

Nach 3 tägiger Keimung hat die Wurzel mit 12 *mm* noch nicht die Länge wie bei HABESCHIAN am 2. Tage. Im allgemeinen hat der Nieder-

Tabelle 1.

Grössenverhältnisse der auf Kaliumbichromatniederschlag und Stärke untersuchten Exemplare.

Datum der Konservierung	Alter der untersuchten Formen	Gesamtlänge mm	Wurzel mm	Hypokotyl mm	Internodienzahl und -länge	Entwicklungszustand, Zahl der Blätter	Köpfchengrösse	
30. 3. 1919	Ruhender Same	10	2—2,5					
25. 3. „	24 Stdn. in Wasser	10	2—2,5					
26. 3. „	1 Tag in Erde	10	2—2,5					
27. 3. „	2 Tage in Erde		5	4				
28. 3. „	3 „ „ „		12	5		Kotyled. noch in der Erde		
30. 3. „	5 „ „ „		60	15		Kotyl. eben über der Erde, noch unentfaltet		
28. 5. „	7 „ „ „		110	30		Kotyl. noch nicht entfaltet		
2. 6. „	10 „ „ „	über der Erde 55		50		„ „ „ „		Minimum für Stärke.
27. 5. „		80		50	2 5 — 25	3 Blattpaare; 55—60; 20—25; 4—5		
22. 7. „		110		62	2 62 — 43	6 Blattpaare; 60; 25; 12; 3; 1,5; 0,8—0,6		Minimum für Gerbstoff.
22. 7. „		135		70	2 7 — 57	6 Blattpaare; etwas vergrössert		
4. 7. „		175		25	4 25 — 85 — 5 — 8	erste Köpfchenanlage	Anlage	
		185		45	4 45 — 105 — 25 — 4	„ „	„	

schlag hellere Färbung angenommen, mehr oder weniger schmutzigbraun, besonders in der Streckungszone der Wurzel und im Mark und in der inneren Rinde des Hypokotyls, hellgraubraun; auch in den inneren Schichten der Kotyledonen. Etwas dunkler sind die Achseln der Kotyledonen und die Anlagen der Ölgänge und Bündel in den Kotyledonen, etwas vielleicht auch die Bündelzone im Hypokotyl. Der Vegetationspunkt ist etwas heller. Nach 5tägiger Keimung hat sich das Gesamtbild wenig verändert. Die Wurzel zeigt in der Haube eine etwa $^1/_4$ *mm* lange helle Zone; weiterhin ist sie etwa $^1/_4$ *mm* weit mässigbraun; die darauffolgende meristematische Region der Haube und Wurzelspitze, etwa $^1/_2$ *mm* lang, ist leicht getönt. Hieran schliesst sich eine $1^1/_2$—2 (—$2^1/_2$) *mm* lange braune Zone, die bald in die hellere Streckungszone übergeht. Die beiden Maxima sind beim 3 Tage alten Keimling nur mikroskopisch zu erkennen, sie sind also 2 Tage später erheblich weiter auseinandergedrückt. *Diese Verteilung des Niederschlags an der Wurzelspitze zeigen auch die Wurzeln bei der weiteren Entwicklung* (s. auch HABESCHIAN, S. 29, Exemplar vom 8. 5. 1918 bei 160 *mm* langer Wurzel). Die Längenverhältnisse bleiben im wesentlichen die gleichen. Auch die Nebenwurzeln zeigen dasselbe Bild, nur sind die betreffenden Regionen kürzer.

Im Hypokotyl ist unten auch starke Aufhellung eingetreten; es ist aber zu beachten, dass hier das Hypoderm dunkler ist als im oberen Hypokotyl, wo sich der intensiv braune Niederschlag mehr auf die Epidermis beschränkt. Die Bündelzone ist intensiv braun im oberen Hypokotyl und in den Kotyledonen, während auch in den Kotyledonen die Färbung allgemein heller ist.

7 Tage nach Aussaat — Wurzel 110 *mm*, Hypokotyl 30 *mm* — sind intensiv rotbraun nur die Epidermis im oberen Hypokotyl und in den Kotyledonen, ferner die Bündelzone in derselben Färbung und die Spitzen der älteren Blätter, während die jüngsten Blätter frei sind. Der Vegetationspunkt zeigt nur noch im Protoderm leichte Tönung.

Nach 10tägiger Keimung zeigen alle diese Schichten weitere Abnahme, der Vegetationspunkt ist vollständig farblos.

Bei dem 30 *mm* hohen etwa 15 Tage alten Exemplar tritt Niederschlagfärbung nur noch in der Rindenepidermis, der Bündelzone und den Blattspitzen auf. Im Hypokotyl ist in Rinde und Bündelzone die Färbung etwas dunkler. Oben im Epikotyl ist die Bündelzone sozusagen frei von Niederschlag.

Das Minimum wird erreicht bei dem 110 mm hohen Exemplare, das vier mehr oder weniger gut entwickelte Blattpaare und drei weitere Anlagen besitzt. Im Epikotyl zeigt die Epidermis nur noch schwache Tönung. Im Hypokotyl verschwindet die Färbung nicht ganz. Der Vegetationspunkt ist vollständig farblos, schon etwas konvex.

In dem 135 *mm* hohen Exemplar tritt mit dem Grösserwerden der Assimilationsorgane wieder eine Anreicherung ein, und zwar wesentlich in den Schichten, aus denen der Niederschlag zuletzt ganz oder nicht ganz

verschwunden ist, ausserdem aber auch im Meristem unter dem Vegetationspunkt.

Der Vegetationspunkt hat sich weiter gewölbt, ohne jedoch schon zur Anlage des Köpfchens überzugehen. Das Protoderm zeigt besonders median eine bräunliche Trübung, die sich etwas in das Hypoderm hinein verliert, die 2—3 folgenden Schichten aber heller lässt. Dann folgt in der Markkuppe wie beim 3 Tage alten Keimling eine Zone mit mehr oder weniger mässig braunem Niederschlag in feinen und gröberen Tröpfchen, die mitten etwa 5—6, mehr seitlich 2—3 Schichten lang ist, nach oben gegen die hellere Markanlage steil, nach unten langsamer abnimmt. Sie erstreckt sich median zapfenartig weiter hinab als mehr seitlich, auf den Bündeln peripher aber noch weiter als median. Im 3. noch unentwickelten Internodium in der Knospe tritt zuerst peripher eine Anreicherung zu einem 2. Maximum von etwas hellerer Färbung auf, das dann nach unten bald abnimmt, peripher langsamer als mitten.

Ein 175 *mm* hohes Pflänzchen, das eben zur Köpfchenanlage schreitet, enthält am Vegetationspunkt bedeutend mehr Niederschlag von dunklerer Färbung.

Es ist also kurz zu sagen, dass sich während der ersten Entwicklungsstadien das Maximum des ruhenden Samens verliert bis zu einem Minimum bei 110 mm Höhe. Dann tritt wieder Zunahme ein, besonders auffallend bei Anlage des Köpfchens, die sich nach BERTHOLD *(I, 49 ff. und II, 1; 95/96) und* HABESCHIAN *(85) bis kurz vor der Blüte sehr stark steigert.*

HABESCHIAN fand das Minimum bei einem 100 *mm* hohen Exemplar. Das würde mit den obigen Angaben wesentlich übereinstimmen. Das 100 *mm* hohe Pflänzchen hatte die Blätter des 2. und 3. Wirtels entfaltet. Die kleineren Blätter und Anlagen sind nicht aufgezählt.

Ähnliches Verhalten wie das 110 *mm* hohe Exemplar zeigt am Vegetationspunkt auch das von BERTHOLD untersuchte Exemplar von 240 *mm* Höhe; daran schliesst sich mit wesentlich denselben Verhältnissen wie das 135 *mm* hohe das von BERTHOLD untersuchte 330 *mm* und von HABESCHIAN untersuchte 200 *mm* hohe Exemplar. Die ungleiche Höhe ergibt sich ohne weiteres aus den verschiedenen Kulturbedingungen. Das Exemplar, das BERTHOLD untersuchte, entstammte dem botanischen Garten, die von mir untersuchten entstammen dem Gewächshaus bis auf einige ältere Stadien.

Die weitere Entwicklung ergibt sich aus den Untersuchungen von BERTHOLD und HABESCHIAN.

Stärke (siehe Tabella 1, S. 584):

Die Untersuchungen auf Stärke erstrecken sich auch wie beim Kaliumbichromat-Niederschlag wesentlich nur auf jüngere Exemplare vor der Köpfchenanlage, die bei etwa 170 *mm* Höhe einsetzte. Die Untersuchungen waren nicht so eingehend wie beim Kaliumbichromat-Niederschlag. Die Verfolgung dieser Verhältnisse lag zunächst nicht in meiner Absicht, da Stärke bekanntlich bei den Kompositen nur in geringer Menge auftritt. Nach SACHS („Über die Stoffe, welche das Material zum Wachstum der Zellhäute liefern“.

Jahrbuch der Botanik, Bd. III, 1863, S. 215) tritt Stärke bei Helianthus annuus während der Keimung nur in der Stärkeschicht der sich streckenden Teile auf. Das bezieht sich auf die oberirdischen Teile. BERTHOLD fand in einem Exemplar vom 16. 6. 1900 keine Stärke (II, 1; S. 96). Was den Vegetationspunkt anbetrifft, „so fehlt Stärke bei den Kompositen normal hier, um so auffallender ist es darum, dass sie bei Solidago lanceolata gerade in der Kuppe in geringer Menge auftritt (vgl. HORN, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungs- und Lebensgeschichte des Plasmakörpers einiger Kompositen, Götting. Diss. 1888, S. 9). Hier nimmt sie aber nach unten nicht zu, sondern schwindet bald“ (II, 1; 182). SCHRÖDER (Zur experimentellen Anatomie von Helianthus annuus, Gött. Diss. 1912) konnte in seinen operierten Exemplaren Stärke in den Stengelteilen nicht nachweisen, „in den Kotyle-

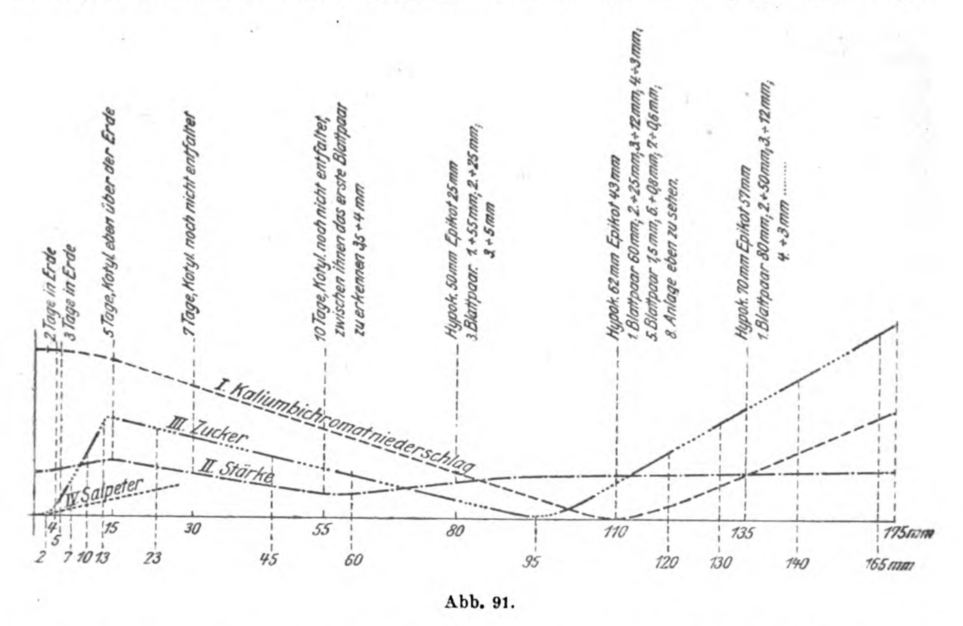


Abb. 91.

donar- und Blattstielen nur in der Stärkescheide, in den Kotyledonen und Blättern in ganz verschiedener Menge bei den verschiedenen Pflanzen“. (S. 62.)

Die Kurve II (Abb. 91) für den Verlauf des Stärkeauftretens während der Entwicklung gilt für die vorliegenden Untersuchungen, die für die jüngeren Stadien bis etwa zum 80 *mm* hohen Exemplar in die Zeit starker, trockener Hitze, später auf den nasskalten Juli fallen. Wieweit sie darum in ihrer 2. Hälfte für normales Sommerwetter Gültigkeit hat, muss dahingestellt bleiben.

Zur Stärkefärbung diente Chloraljod.

Im allgemeinen ist zu sagen, dass Stärke nur in relativ geringen Mengen auftritt. Wo sie kompakter und dichter liegt, vor allem auch in gröberen Körnern, färbt sie sich nach Jodzusatz schwarzblau bis rotschwarzblau; wo sie nur spurenweise sich zeigt, ist die Färbung braunviolett. Dazwischen gibt es alle Übergänge. In den älteren Exemplaren, wo die

Assimilation wieder stärker einsetzt, wird die Färbung wieder allgemein blauschwarz, auch an den Orten feinstkörniger Verteilung.

Im ruhenden Samen tritt Stärke von schwarzblauer Färbung in mässigen Mengen und sehr feinkörnig nur in der mehr oder weniger niederschlagfreien medianen Zone der Wurzelhaube und ziemlich viel, mehr grobkörnig, in der Stärkescheide in Wurzel und Hypokotyl auf. In der Stärkescheide liegt das Maximum etwa im unteren Hypokotyl und verliert sich nach unten bis etwa $^1/_2$ *mm* von der Wurzelspitze, die gänzlich frei ist von Stärke. Nach oben reicht sie bis in die untere Hälfte der Kotyledonen. Geringe Mengen Stärke von braunvioletter Färbung liegen in der Rinde des Hypokotyls, etwas höher als das Maximum in der Stärkescheide, etwa zu Beginn der oberen Hälfte des Hypokotyls. Nach oben verliert sie sich durch die gesamte Rinde bis ins untere Drittel der Kotyledonen, nach unten nimmt sie sehr schnell ab, so dass die gesamte Wurzelrinde vollständig frei davon ist. Im Mark des Hypokotyls ist etwas mehr Stärke vorhanden, etwa in gleicher Höhe wie in der Rinde. Sie färbt sich ebenfalls braunviolett. Nach unten verliert sie sich in der unteren Hälfte des Hypokotyls schnell wie in der Rinde, so dass auch das Wurzelmark frei ist. Nach oben nimmt sie aber kaum merklich ab, bis sie unter den Markinitialen dann plötzlich verschwindet. Die Initialen und der Vegetationspunkt sind frei von Stärke. In den Achseln der Kotyledonen etwas mehr noch als im Mark. Die Färbung ist die gleiche.

Dieses Bild bleibt in den folgenden Stadien der Entwicklung im wesentlichen beibehalten. Es tritt zunächst eine schwache Zunahme der Stärke ein. 2 Tage nach Aussaat lässt sie sich in der Stärkescheide der Wurzel in feinsten Körnchen bis etwa $^1/_5$—$^1/_4$ *mm* von der Spitze verfolgen. Das gesamte Plerom und die Rinde sind aber vollkommen frei. In den Kotyledonen reicht sie auf den Bündeln aussen bis hoch hinauf.

Am 3. Tage zeigt die Wurzelhaube in den an die mittlere Stärkezone anschliessenden Schichten mit mehr oder weniger braunem Niederschlag etwas Stärke, die sich braunviolett färbt. Die Pleromimitialen, die gesamte Rinde und das Mark der Wurzel sind frei. Auch in der Stärkescheide tritt in der Streckungszone die Stärke zurück, ähnlich wie der Niederschlag. SACHS (s. o., S. 96) fand dieselben Verhältnisse bei Zea, Triticum, Phaseolus, Quercus, Acer, Convolvulus. Wo der Niederschlag dann gegen das Hypokotyl hin wieder intensiver wird, tritt auch Anreicherung der Stärke in der Stärkescheide ein. Das Maximum hat sich etwas nach oben verschoben. In Mark und Rinde des Hypokotyls hat die Stärke etwas abgenommen; in der Rinde liegt das schwache Maximum auch etwas gegen die Kotyledonen hin verschoben. In den Kotyledonen Anreicherung bis gegen die Mitte hinauf durch das ganze Gewebe. Die Färbung ist aber doch noch rotbraunviolett.

Das Maximum des Stärkegehalts allgemein fällt auf den 5. oder 6. Tag der Entwicklung, wo die Wurzel 60 *mm*, das Hypokotyl 15 *mm* lang ist. *Im Stärkenest der Wurzelspitze tritt keine Änderung ein.*

Mit der weiteren Aufhellung des Niederschlags in der Streckungszone tritt auch die Stärke zurück, so dass sie hier weiter ganz fehlt. Im Hypokotyl enthält die Stärkescheide im oberen Drittel etwa grosse Mengen grobkörniger Stärke, die sich blauschwarz färbt und nach unten bis in die obere durch Niederschlag noch gebräunte Wurzelpartie verliert. Im Mark, wo das Maximum oben in der Kuppe liegt wie vorher, hört die Stärke nach unten bald auf, nach oben verliert sie sich hingegen sehr feinkörnig median bis ins Hypoderm des Vegetationspunktes. Das Protoderm ist aber frei. In der Rinde liegt das Maximum in gleicher Höhe wie im Mark, ist aber wie auch vorher schwächer und nimmt nach unten bald ab, so dass die Wurzelrinde vollständig frei ist. In den Kotyledonen jetzt auch Stärke auf der Innenseite der Bündel. In den Blättern besonders im Blattstiele unterseits etwas Stärke, sehr feinkörnig.

Mit der nun einsetzenden stärkeren Entwicklung tritt eine langsame Abnahme der Stärke ein. Das lässt der 7. Tag erkennen, deutlicher aber das *Stadium nach 10 Tagen — 55 mm —*, wo die Kotyledonen zwar noch nicht ganz entfaltet sind, aber zwischen ihnen das 1. Blattpaar von 3,5 bis 4 *mm* schon zu erkennen ist. An der Wurzelspitze bleiben die Verhältnisse dieselben (vgl. SACHS, S. 208).

Das Minimum liegt also erheblich früher als beim Kaliumbichromat-Niederschlag. Die Verteilungsverhältnisse bleiben wesentlich dieselben. Das schwache Maximum oben in der Markkuppe — etwa $^1/_8$ des Querschnittes — verliert sich nach unten mehr oder weniger plötzlich (vgl. auch BERTHOLD II, 182 für Solidago lanceolata); nach oben verliert es sich durch 3—5 Schichten hindurch, reichert sich aber im mittleren Viertel oder Fünftel des Hypoderms äusserst feinkörnig wieder etwas an. Vielleicht treten Spuren von blassrotviolett gefärbter Stärke auch median im Protoderm auf. Die Blätter sind frei.

Mit dem Einsetzen der Assimilation durch die grösser werdenden Blätter tritt dann auch bei dem 80 *mm* hohen Pflänzchen langsame Anreicherung der Stärke ein. Die Färbung beginnt allgemein einen mehr blauschwarzen Ton anzunehmen. Am Vegetationspunkt bleibt sie noch mehr oder weniger braunviolett. Das schon mehr braunschwarzblau gefärbte Maximum im Mark oben nimmt nach oben in einer stumpf kegelförmigen Zone bis ins Protoderm hinein ab, wo median die Färbung mehr rotbraun ist. Die seitlichen Partien des Vegetationspunktes sind frei von Stärke. Nach unten ist die Abnahme langsamer, median aber schneller als peripher auf den Bündeln im engzelligen Mark.

In der Stärkescheide viel bis in die obere Wurzelpartie hinein (vgl. SACHS, S. 215). In der Knospe oben am Blattansatz wenig, in den älteren Blättern etwas, in den jüngeren Spuren von Stärke.

Bei einem später untersuchten Exemplar tritt weniger Stärke auf, bei einem 2. am selben Tage untersuchten dagegen mehr, bei gleichen Verteilungsverhältnissen. Dieses Schwanken des Stärkegehalts ist wohl der nasskalten Witterung zuzuschreiben. Doch ist im allgemeinen eine

starke Zunahme der Stärke nicht anzunehmen, selbst bei günstigen Beleuchtungs- und Ernährungsbedingungen. Bei einem Exemplar von 350 *mm* Höhe, bei dem allerdings die Köpfchenbildung schon — wenn auch erst eben — eingesetzt hatte, fand ich am 12. 8. 1919 bei guter Witterung in den Stengelteilen nicht viel, aber doch erheblich mehr als bei dem zuletzt beschriebenen Exemplar. Jedenfalls tritt die Stärke auch in ihrem Anwachsen sehr stark gegen die mit Kaliumbichromat ausfallenden Stoffe und vor allem gegen den Zucker zurück. Das Maximum verschiebt sich schnell nach oben, und zwar rückt es im Vergleich zum Maximum des Kaliumbichromat-Niederschlags näher an den Vegetationspunkt hinan (vgl. Exemplar vom 1. 8. 1919 150 *mm* hoch).

Auf den Bündeln in der Rinde liegt das Maximum tiefer als im Mark, aber doch hoch oben. Bei dem 375 *mm* hohen Pflänzchen mit 5 mehr oder weniger gestreckten Internodien liegt es im 6. und 7. Internodium in der Knospe, ebenso in der Rinde, aber schwächer.

In den Haaren tritt allgemein mit fortschreitender Entwicklung mehr Stärke auf, schliesslich mehr als im Mark, während der Kaliumbichromat-Niederschlag hier sehr stark zurücktritt.

Auf das Auftreten der Stärke in feinster Körnchengrösse oben am Scheitel hat BERTHOLD bereits hingewiesen (II, 1; 170). Bei Levisticum fand er auch hier eine mehr violette Färbung (II, 1; 170).

Zusammenfassend ist also zu sagen, dass sich das allgemeine Stärkemaximum im Stengel mit fortschreitender Entwicklung nach oben verschiebt, so dass wir in älteren Pflanzen einen Abfall der Stärke von den jüngeren zu den älteren Internodien haben. Das gleiche Verhalten fand MICHEL (Zur Kenntnis der Jahresperiode unserer Stauden, Diss. Göttingen 1909) bei einigen Stauden, so z. B. bei Primula elatior, Viola uliginosa, Valeriana Phu, Iris variegata usw. (S. 99).

An der Wurzelspitze bleiben die Verhältnisse unverändert.

Zucker (siehe Tabelle 2, Seite 592 und 593):

Eingehender als für Stärke waren die Untersuchungen in bezug auf reduzierenden Zucker. Kurve III (Abb. 91, S. 587) stellt das Verhalten im Laufe der Entwicklung für die Jugendstadien dar. Es wurde das Verhalten des Zuckers bis ins Alter zum blühenden Exemplar verfolgt. Bei günstigen Witterungs- und Bodenverhältnissen würde eine stetige Zunahme wenigstens bis zur blühenden Pflanze durch weiteres Steigen der Kurve darzustellen sein.

Der ruhende Same enthält keinen Zucker, ebenso ist der Same nach 24stündiger Quellung in Wasser und 24 Stunden nach Aussaat in Erde frei davon. 2mal 24 Stunden nach Aussaat tritt Zucker maximal in der oberen Hälfte der Wurzel auf. Die unterste, etwa 2—$2^1/_2$ *mm* lange Wurzelspitze ist absolut frei von reduzierender Substanz. Im Hypokotyl unten ist nur erst sehr wenig Zucker vorhanden. Im Maximum liegen wohl die grössten Mengen in der Rinde, doch ist hier die Abnahme nach oben und unten schneller als im Mark und in der Bündelzone. Am folgenden Tage ist starke

Anreicherung erfolgt, besonders im Mark. In der Bündelzone, in einer der Stärkescheide anliegenden Schicht und in dieser selbst, reicht Zucker in Spuren bis gegen das obere Hypokotyl.

Mit der weiteren Streckung der Wurzel — 45 *mm* — wird das eine Maximum in 2 aufgelöst. Die Verteilung lässt sich durch folgende 6 Zonen darstellen:

1. 2,5—3 *mm* lang, gänzlich frei von Zucker, 1. Minimum.
2. 10 *mm* lang, viel Zucker, 1. Maximum.
3. 5 „ „ Abnahme, Übergang zum Minimum.
4. 10 „ „ nur noch Spuren um die Bündel, 2. Minimum.
5. 15 „ „ Zunahme, zuletzt schon viel Zucker.
6. 2—4 *mm* lang, Hypokotyl sehr viel Zucker, 2. Maximum.

Bei den Keimpflanzen von Acer Pseudoplatanus fand Hämmerle (Bot. Berichte 1901, Bd. 19, S. 549) an einem 37 *mm* langen Wurzelstück ähnliche Verhältnisse. Von der Spitze aus konnten 6 Zonen unterschieden werden:

1. 3 *mm* lang, ganz frei von Zucker.
2. 4 „ „ überall sehr viel Zucker.
3. 1,5 „ „ Übergangszone zur zuckerarmen Zone.
4. 5 „ „ ziemlich frei von Zucker.
5. 8 „ „ etwas mehr Zucker.
6. 14 „ „ wieder viel, aber namentlich im Holzkörper.

Das Rindenmaximum tritt in der Wurzel sowohl wie auch im Hypokotyl an Stärke hinter dem Maximum im Mark zurück. Die Bündelzone steht zwischen beiden an Intensität zurück.

Nach dem 5. Tage nimmt mit der stärkeren Entwicklung die Zuckermenge ab, langsamer aber als bis zu diesem Tage die Zunahme war. Die Verteilungsverhältnisse bleiben im wesentlichen dieselben. Das 1. absolute Minimum an der Spitze wird relativ z. T. auch absolut kürzer. Im 2. Minimum wird mit der stärkeren Streckung der Wurzel auch die Bündelzone gänzlich frei von reduzierendem Zucker. Im Hypokotyl verschiebt sich mit der Streckung desselben das Maximum langsam nach oben; im Mark ist hier mehr als in der Bündelzone, hier meist mehr als in der Rinde. Nach oben ist der Abfall im Mark erst recht langsam, in der Knospe unter dem Vegetationspunkt dann plötzlich. In der Rinde ist die Abnahme nach unten und oben schneller als im Mark und in der Bündelzone.

Nach 10 Tagen — Hypokotyl 45 *mm* — ist weitere Abnahme festzustellen. Die geringen Zuckermengen liegen wesentlich in den peripheren Schichten des Marks, wenig im zentralen Mark, noch weniger in der Rinde.

Das Minimum an Zucker liegt im 95 mm hohen Pflänzchen, wo 2 Blattpaare vorhanden, aber noch wenig entwickelt sind. Es liegt also auch etwas früher als das Niederschlagsmaximum, wobei aber auch zu beachten ist, dass der Zucker andere Gewebe bevorzugt als die mit Kaliumbichromat gefällten Stoffe. Das Maximum ist noch weiter nach oben gegen das eben mit der Streckung beginnende Epikotyl hin verschoben. Zucker findet sich hier wesentlich nur noch im peripheren Mark, Spuren auch noch in der Rinde auf den Bündeln.

Tabelle 2.

Grössenverhältnisse der auf Zucker untersuchten Formen.

Datum der Untersuchung	Alter bei den jungen Formen	Gesamtlänge *mm*	Wurzel *mm*	Hypokotyl *mm*	Internodienzahl und -länge	Entwicklungszustand, Zahl der Blätter	Köpfchengrösse	
Der ruhende Same ist frei, erst 2×24 nach Aussaat tritt Zucker auf.								
27. 3. 1919	2 Tage in Erde		4	2				
29. 6. „	3 „ „ „		25	7		Kotyled. noch im Boden		
30. 6. „	4 „ „ „		45	10		Kotyled. noch im Boden		
30. 6. „	4 „ „ „		75	15		Kotyled. noch im Boden		
30. 6. „	4 „ „ „		80	9		Kotyled. noch im Boden		
30. 6. „	4 „ „ „		100	12		Kotyled. noch im Boden		
30. 6. „	4 „ „ „		106	13		Kotyled. noch im Boden		
3. 7. „	7 „ „ „		110	23		Kotyl. eben über dem Boden		
4. 7. „	8 „ „ „		130	25		Kotyledonen eben entfaltet, noch nicht vollständig		
13. 7. „	11 „ „ „	48		45	2 45 — 3	Kotyledonen entfaltet, 1 Blattpaar ca. 10 *mm*		
15. 7. „	13 „ „ „	55		50	2 50 — 5	1 Blattpaar 15—20 *mm*		
20. 7. „		95		70	2 70 — 7	2 Blattpaare 35—40; 6—7		Minimum.
16. 7. „		120		90	2 90 — 20	3 Blattpaare 58; 13; 4		
16. 7. „		130		68	2 68 — 53	6 Blattpaare 80; 50; 11; 7; 3; 1,2		
1. 8. „		145		35	2 35 — 102	5 Blattpaare 90; 50; 13; 4; 3		

9. 8. „		165		60	**5** 60 — 60 — 15 — 18 — 3	**Köpfchenanlage**		
9. 8. „		**225**		**50**	**3** **50 — 150 — 15**	„		
9. 8. „		310		60	**3** 60 — 183 — 60	etwas weiter entwickelt		
9. 8. „		315		85	4 85 — 165 — 50 — 3	„		

Datum	Länge *mm*	Köpfchen-grösse *mm*	Internodien: Zahl und Länge	Lage des Maximum	Dicke des Hypokotyl	
11. 8. 1919	395		4 70 — 200 — **95** — 15	2.—3. Int.	—	Köpfchen erst wenig weiter entwickelt. Auch auf Salpeter untersucht.
11. 8. „	405		60 — 100 — 105 — 80 — 41			
2. 7. „	463	3	5 30 — 100 — 170 — **130** — 20	3.—4. „	9	
2. 7. „	555	4	6 40 — 140 — 200 — **120** — 25 — 10	3.—4. „	10	
3. 7. „	555	2	5 45 — 170 — **245** — **70** — 10	3.—4. „	12	
4. 7. „	660	3	7 35 — 172 — 205 — **140** — 55 — 35 — 10	4. „	5	Auch auf Salpeter untersucht.
3. 7. „	695	9	6 65 — 90 — 165 — **220** — **120** — 20	4.—5. „	8	
11. 8. „	1300	50	29	22.—25. „	16	Auch auf Salpeter untersucht.

Mit fortschreitender Entwicklung reichert sich der Zucker dann wieder an. Das Maximum hat sich weiter nach oben ins unterste Drittel des Epikotyls hinein verlagert. Die Verteilung ist sonst dieselbe wie vorher. In der oberen Wurzelpartie und im unteren Achtel etwa des Hypokotyls ist etwas Zucker vorhanden. Im weiteren Verlauf der Entwicklung tritt grössere Anreicherung ein. Das Maximum rückt immer weiter vom Hypokotyl ab, bleibt aber immer in einer bestimmten relativen Entfernung vom Vegetationspunkt. Unten im Hypokotyl und in der oberen Wurzel, besonders im Holz etwas Zunahme. Hier verliert sich der Zucker nach oben und unten schnell. Bei dem 165 *mm* hohen Exemplar 60 — 60 — 15 — 18 — 3 — liegt das Maximum etwa 25 *mm* unter dem Vegetationspunkt. Dieses Pflänzchen zeigt die erste Köpfchenanlage. Während in den früheren Stadien der Zucker bis ziemlich dicht unter den Vegetationspunkt hinangeht, ist hier das 5. Internodium unmittelbar unter dem Köpfchen frei von Zucker. Dasselbe Verhalten zeigen alle folgenden Stadien.

Das Maximum liegt bei allen weiter untersuchten Exemplaren im oberen Drittel des gestreckten und im unteren Teil des nächst höheren Internodiums; in der Rinde ist aber in diesem letzteren Internodium schon eine Abnahme zu verzeichnen, so dass eben das absolute Maximum in die obere Region des im wesentlichen ausgewachsenen Internodiums zu liegen kommt. In der Rinde nimmt das etwas schwächere Maximum nach oben und unten etwas schneller ab.

Bei einem blühenden Exemplar von 29 Internodien, 1300 *mm* Länge und etwa 50 *mm* Köpfchenbreite liegt das Maximum im 22.—25. Internodium etwa 200—300 *mm* vom Köpfchen; höher hinauf ist die Abnahme schwach, bis im Grunde des Köpfchens die enormen Zuckermengen plötzlich wie in den früheren Stadien aufhören; *es folgt dann eine etwa 7,5—10 mm hohe absolut zuckerfreie Zone,* höher hinauf tritt dann wieder unter den Blüten Zucker auf. Diese absolut zuckerfreie Zone hat sich schon bei dem 165 *mm* hohen Exemplar angedeutet. In der Rinde liegen die Dinge auch hier anders. Auf das Minimum folgt neben der zuckerfreien Markregion wieder ein Maximum, das nach oben weiter mehr oder weniger schnell abnimmt.

In der oberen Wurzel und im untersten Zehntel etwa des Hypokotyls war hier kein Zucker vorhanden.

Über das Verhalten des Zuckers ist also kurz folgendes zu sagen: *2 Tage nach Aussaat tritt Zucker auf, er reichert sich bis zum 5. Tage schnell an, nimmt bis zu einem schwachen Minimum bei 95 mm Höhe ab und steigert sich dann bei günstigen Kulturbedingungen stetig weiter bis zum vollen Blühen.*

Das 1. Maximum in der Wurzelmitte teilt sich. Das schwächere bleibt in einiger — 2—3 mm — Entfernung von der Wurzelspitze, auf eine Länge von etwa 10—15 mm, während sich das 2. stärkere Maximum in den Stengel hinein und mit dem weiteren Wachstum nach oben verschiebt, aber immer in einer relativen Entfernung vom Vegetationspunkt bleibt. Im Wurzelhals bleibt später durchweg noch etwas Zucker erhalten, im Hypokotyl

peripher im Mark, in der oberen Wurzelpartie im Zentralzylinder. Die hier und an der Wurzelspitze gelegenen Zuckermengen sind erheblich geringer als oben im Stengel.

Das Maximum in den untersten Teilen *beim Austreiben*, während die oberen frei sind, fand BERTHOLD in gleicher Weise bei Polygonum cuspidatum (II, 1; 159). Die Lage des Maximums bei fortschreitender Entwicklung deckt sich mit den Angaben von BERTHOLD (II, 1; 160), DE VRIES (s. o.) und KRAUS[1]) (zit. nach BERTHOLD II, 1; 160). Die Region für den reduzierenden Zucker fällt also auf die Periode der Streckung und zwar auf die der ameristischen Streckung hauptsächlich und besonders auf die letzten Stadien derselben. Nach oben erstreckt sie sich aber hoch in die Zone der meristematischen Streckung hinein." Das ist besonders deutlich an den Exemplaren vor der Anlage und Ausbildung des Köpfchens.

Am Vegetationspunkt selbst fand ich im Gegensatz zum Kaliumbichromat-Niederschlag und zur Stärke nie Zucker; er trat erst weiter unten unter den Pleromiuitialen auf (vgl. BERTHOLD II, 1; 181). Diese Lage des Zuckermaximums bei älteren Entwicklungsstadien in der Zone der nur noch wenig wachsenden Internodien und einen Abfall nach den unteren Stengelteilen fand MICHEL (s. o.) auch bei einer Reihe von Stauden, z. B. Primula elatior, Valeriana Phu u. a. bei denen zum Teil auch die oben gefundenen Stärkeverhältnisse auftraten, und SCHRÖDER bei seinen operierten Exemplaren von Helianthus annuus (s. o. S. 62).

Was das Verhalten des Zuckers in querer Richtung angeht, so bleiben, wie das Minimumstadium und die geringen Mengen im Wurzelhals deutlich zeigen, *die letzten Reste im engzelligen peripheren Mark und in der engzelligen Rinde auf den Bündeln zurück*; das zeigt auch deutlich die Wurzel im Minimum 2. *Treten grössere Mengen Zucker auf*, wie z. B. bei dem 405 *mm* hohen Exemplar, *so sammeln sich diese vorwiegend im mittleren Mark an.* Das 3. Internodium zeigt in $^{3}/_{5}$ des Querschnitts mitten sehr grosse Mengen von Zucker, während die peripheren Schichten erheblich weniger enthalten. In den unteren Internodien dagegen, wo nur sehr wenig Zucker auftritt, liegt derselbe wesentlich nur im peripheren Mark. Sehr deutlich zeigt auch auf dem grösseren Querschnitt das 1300 *mm* hohe Exemplar dieses Verhalten. *Die enormen Mengen von Zucker liegen im mittleren Mark,* sodass die Färbung des Kupferoxyduls intensiv rostrot ist, peripher etwas dumpfer. Mitten stirbt hier das Mark nach Entleerung von Zucker ab. *In der Rinde liegen hier auch die grössten Mengen in der grosszelligen Mittelrinde, während die geringen Reste beim Minimum auf den Bündeln liegen* (vgl. BERTHOLD, II, 1; 160, 170, 172).

In den Gefässen konnte einwandfrei bei zahlreichen Knospen Zucker nachgewiesen werden, ebenso im Blattstiel des älteren Blattes (s. Exemplar v. 12. 8. 1919. 410 *mm*).

Die Haare enthalten mit zunehmender Entwicklung viel Zucker bis zu den inneren Knospenblättern, entsprechend dem Verhalten der Stärke.

[1]) Wasserverteilung in der Pflanze II, 1884. S. 26.

Tabelle 3. **Salpeter**

Datum der Untersuchung	Alter bei den Jugendformen	Gesamtlänge *mm*	Wurzel *mm*	Hypokotyl *mm*	Internodien: Zahl und Länge	Entwicklungszustand, Zahl der Blätter	Köpfchengrösse	
					Der ruhende Same ist frei. Nach 2 Tagen tritt Salpeter auf.			
27. 3. 1919	2 Tage in Erde		4	2				
30. 6. „	3 „ „ „		20	6		Kotyled. noch im Boden		
1. 7. „	5 „ „ „		80	9		„ „ „ „		
3. 7. „	7 „ „ „		100	16		„ beim Entfalten		
4. 7. „	8 „ „ „		130	25		„ entfaltet		
15. 7. „	10 „ „ „	60		50	2 50 — 10	1 Blattpaar ca. 15 *mm*		
19. 7. „		80		60	2 60 — 15	2 Blattpaare		
1. 8. „		115		90	2 90 — 20			
22. 7. „		130		68	2 68 — 55	4 Blattpaare		
22. 7. „		150		70	2 70 — 72			In ungedüngter Erde.
22. 7. „		120		74	2 74 — 42			In ungedüngt. Sande.
9. 8. „		170		65	3 65 — 95 — 5			„ „ „
9. 8. „		230		40	3 40 — 160 — 25			In ungedüngter Erde.
9. 8. „		245		30	4 30 — 130 — 60 — 17			In gedüngter Erde.

11. 8. „		395		70	4 70 — 200 — 95 — 15			Auch auf Zucker untersucht.
11. 8. „		405		60	6 60—100—105—80—40—10			Desgleichen.

Datum	Länge *mm*	Köpfchen-grösse *mm*	Internodien: Zahl und Länge	Lage des Maximums	Dicke des Hypokotyl *mm*	
3. 7. 1919	460	3	6 45 — 130 — 160 — 80 — 25 — 8	5. Internod.	10	
2. 7.	515	3	5 47 — 150 — 245 — 50 — 10	5. „	10	
2. 7.	560	4	5 28 — 185 — 210 — 102 — 20	5. „	10	
3. 7.	570	4	5 30 — 185 — 235 — 75 — 25	5. „	10	
3. 7.	590	10	5 33 — 158 — 178 — 167 — 35	5. „	6	
2. 7.	610	3	11 20—73—130—30—70—75—40—95—20—10—10	9. „	8	
2. 7.	635	5	5 40 — 190 — 245 — 115 — 25	5. „	9	
4. 7.	660	3	7 35 — 172 — 205 — 140 — 55 — 35 — 10	5. „	5	Auch auf Zucker untersucht.
2. 7.	695	9	6 36 — 160 — 205 — 185 — 88 — 10	6. „	7	
2. 7.	755	9	7 27 — 106 — 166 — 212 — 176 — 16 — 15	6. „	9	
11. 8.	1300	50	29	27.—28. Int.	16	Auch auf Zucker untersucht.

Nitrat (siehe Tabelle 3, S. 596 und 597):

Der ruhende Same ist frei (vgl. auch FRANK, Bot. Berichte Bd. 5, 1887, S. 475), ebenso der 24 Stunden in Wasser gequellte und der 24 Stunden in Erde gekeimte.

2mal 24 Stunden nach Aussaat: die vordere Wurzelspitze, etwa 3 *mm*, ist frei (vgl. FRANK). Die übrige Wurzel zeigt als Ganzes Nitratreaktion, maximal in der Mitte etwa. Im Hypokotyl nimmt die Menge von unten nach oben hin ab, in der Rinde ist hier mehr als im Mark. Dieses Verhalten zeigen im wesentlichen alle weiteren Stadien. War nur sehr wenig Nitrat im Boden vorhanden, so findet er sich nur unten im Hypokotyl, besonders in der Rinde und in der oberen Partie der Wurzel, auch hier in der Rinde (120 *mm* hohes Exemplar in ungedüngtem Sande.) (Vgl. auch BERTHOLD Bd. II, 1; 162 und 172; FRANK, Bot. Berichte 1887 und SERNO, Landwirtschaftl. Jahrbücher 1889). Befindet sich die Pflanze noch nicht in diesem Hungerzustand — Exemplar von 170 *mm* Höhe in ungedüngtem Sand —, so bleibt im Mark oben im Internodium unter der Knospe Salpeter zurückbehalten, während die Rinde hier frei ist. In der Bündelzone zeigt sich hier auch Salpeter, wenn auch weniger als im Mark, aber doch schon etwas tiefer. So zeigen auch Exemplare in fortschreitender Entwicklung, die viel Nitrat enthalten, das Maximum oben im Mark in den Internodien mit noch lebhaftem Wachstum dicht unter der Knospe; in der Rinde ist in solchen Pflanzen oben auch noch viel enthalten, während hier das Maximum unten liegt. Die Köpfchenbildung beeinflusst diese Lage nicht oder nicht wesentlich. Ein Exemplar von 755 *mm* Höhe zeigte mit Diphenylamin nur in der Wurzelrinde im Wurzelhals und in den beiden Internodien unter der Knospe im Mark schwache Blaufärbung, *in der Wurzel aber erheblich intensiver als im Stengel.* So verhielt sich auch das 1300 *mm* hohe Exemplar, das Blaufärbung erst im 27. und 28. Internodium, etwa 120 *mm* unter dem Köpfchen im Mark, in der Bündelzone schon im 25. Internodium etwa 200 *mm* unter dem Köpfchen zeigte. Die Rinde war hier frei.

In der Knospe reicht der Salpeter etwas weiter hinauf als der reduzierende Zucker. In den Haaren oben sehr viel Nitrat.

In älteren Wurzeln ist Salpeter immer auch in der Region des ersten Zuckermaximums an der Wurzelspitze nachzuweisen, während die mittlere Streckungszone weder Zucker noch Salpeter enthält, die beide erst im Wurzelhals wieder auftreten, ähnlich wie Kaliumbichromat-Niederschlag und Stärke.

Über die Lage der Maxima zueinander ist kurz zusammenfassend also folgendes zu sagen: Meine Untersuchungen bestätigen die Angaben von BERTHOLD (II, 1; 164) in bezug auf Stärke, Gerbstoff und Zucker am Vegetationspunkt *„zunächst in erster Linie Stärke, dann Gerbstoff, dann reduzierender Zucker". Zwischen das Maximum des Kaliumbichromat-Niederschlags (Gerbstoff) und das Zuckermaximum ist eingeschaltet das Salpetermaximum, näher am Zuckermaximum als am Maximum des Niederschlags.*

Für die Rinde würden sich die Verhältnisse ähnlich gestalten (s. BERTHOLD, II, 1; 165). Für Salpeter aber liegt das Rindenmaximum unten im Wurzel-

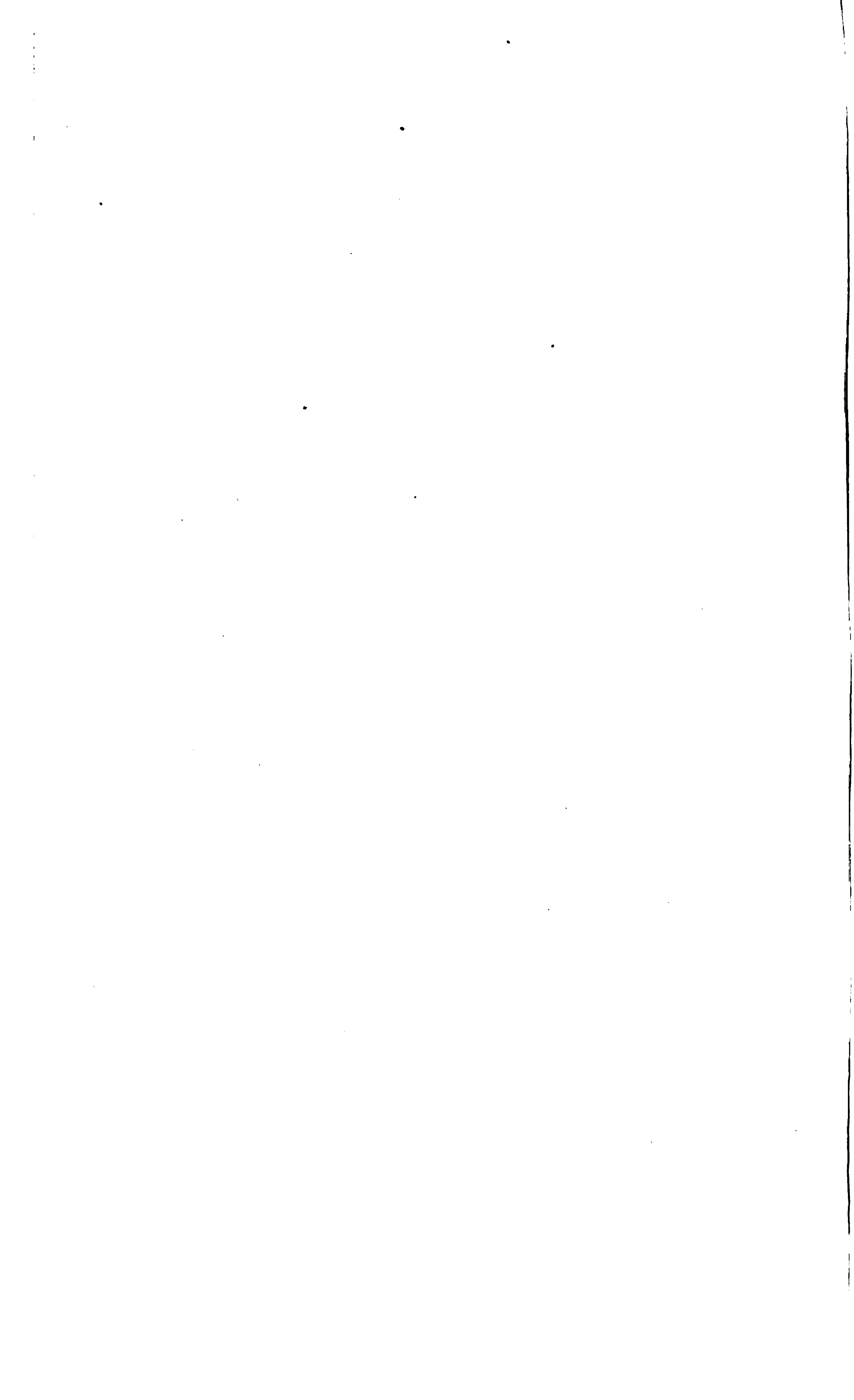
hals, während oben die Haare auch stets grosse Mengen speichern, die gleichzeitig auch relativ viel Stärke und Zucker, wenig Niederschlag dagegen enthalten.

Bei den Exemplaren mit den betreffenden Minima an Zucker und Salpeter zeigt sich, *dass die an der Grenze von Wurzel und Stengel zurückgehaltenen Zuckermengen sehr gering sind, bezw. gänzlich zurücktreten gegen das Maximum oben im Stengel; dagegen ist die Färbung mit Diphenylamin in der Rinde der oberen relativ kurzen Wurzelpartie bis in das Hypokotyl intensiver als die oft nur sehr schwache Blaufärbung im Stengel über dem Zuckermaximum.* Die mittlere Wurzelpartie entleert sich ganz von Zucker und Salpeter. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass die Zuckermengen an der Wurzelspitze auch in den noch älteren Pflanzen sehr gering sein werden im Vergleich zum Stengelmaximum und gegen die in etwa derselben Zone auftretenden Salpetermengen zurücktreten, die ihrerseits nicht so gross sind als im Wurzelhals.

Was nun noch die Verteilung von Zucker und Nitrat in den Blättern in ein und demselben Exemplar angeht, so ergibt sich da folgendes Bild: — Kaliumbichromat-Niederschlag und Stärke wurden nicht näher verfolgt; für die Stärke scheinen mir hier nach vorläufigen Orientierungen in Blattstiel und Blattspreite die Dinge komplizierter zu liegen. Im Blattstiel liegt das Maximum wahrscheinlich über dem 6. Internodium, im Blatt selbst über dem 3. Doch bedarf das noch näherer Untersuchung. —

Bei einem Exemplar von 410 *mm* Höhe liegt das Zuckermaximum im 3. Internodium oben. Die Blattstielquerschnitte zeigen *Zucker in grosser Menge besonders unterseits* — wo auch vorwiegend Stärke auftritt — *um die Bündel, maximal im Stiel des 3. Blattpaares,* die Kotyledonen nicht mit eingerechnet, d. h. also über dem 4. Internodium. *Dasselbe Ergebnis hatte die Untersuchung der ganzen Blätter, die auch das Maximum im 3. Blattpaare zeigen, während im Stengel das Maximum im Internodium des 2. Blattpaares liegt.* Die innersten Blätter der Knospe sind frei von Zucker. In den folgenden tritt er dann zunächst in den Haaren unterseits auf.

Salpeter tritt im Gegensatz zum Zucker in grösserer Menge im Blatt oberseits auf. Das Maximum liegt im 3. Blattpaar, fällt also mit dem Zuckermaximum zusammen. Diesem Blattpaare entspricht auch die Lage des Salpetermaximums im Stengel im 4. Internodium. Den Blattstielen entspricht auch die Blattspreite, wenn auch hier im wesentlichen nur die Nerven mit den anliegenden Schichten für die Speicherung in Frage kommen (vgl. FRANK).



Mitteilungen aus dem Institut für Boden- und Pflanzenbaulehre an der landwirtschaftlichen Hochschule in Bonn.
1920. Nr. 1.

Die Wertverluste des Kalkstickstoffs beim Lagern.

Von
Dr. F. Weiske in Bonn.

(Hierzu 2 Textabbildungen.)

A. Bisherige Beobachtungen.

Die bei der Aufbewahrung von Kalkstickstoff auftretenden Umsetzungen des Calciumcyanamids üben nach zwei Richtungen einen ungünstigen Einfluss auf dieses Düngemittel aus. Zunächst durch die Bildung von Verbindungen, welche schädigend auf die Pflanzen einwirken oder doch mindestens für sie keine geeignete Stickstoffquelle bilden, weiterhin aber dadurch, dass beim Lagern Stickstoffverluste eintreten, die eine entsprechende Wertverminderung bedingen.

Beide Vorgänge sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Die Art der entstehenden Umsetzungsprodukte, ihre Bildung beim Lagern unter verschiedenen Bedingungen, im Boden, in wässriger Lösung, sowie ihre Wirkungen auf die Keimung und Ernährung der Pflanzen sind ebenso wie die Bildung von freiem Ammoniak, dessen Verflüchtigung die Stickstoffverluste bedingt, eingehehend studiert worden. Die Ergebnisse dieser Arbeiten haben zwar eine weitgehende Klärung dieser Fragen gebracht, doch finden sich auch mancherlei Widersprüche, deren Lösung wünschenswert erscheint.

Über die Umsetzungen des Calciumcyanamids und die Bedingungen, unter denen diese verlaufen, über Bildung und giftige Wirkung des Dicyandiamids haben Immendorf und Tielebein [1]) wertvolle Aufschlüsse gegeben. Sie zeigen, dass Wasser, Kohlensäure, Humusstoffe und Bakterientätigkeit von bestimmendem Einfluss auf den Verlauf der Umsetzungen sind. Sie weisen auf die keimungsstörende Wirkung des unzersetzen Kalkstickstoffs hin, sowie auf die wachstumsschädigende Wirkung des Dicyandiamids, welches seinerseits die Keimung selbst aber nicht beeinträchtigt.

P. Wagner und Mitarbeiter [2]) beschäftigen sich in ihrer umfangreichen Arbeit über die Verwendbarkeit des Kalkstickstoffs zur Düngung der Kulturpflanzen auch mit den Verlusten an Stickstoff, welche beim Liegen an der Luft eintreten. Sie fanden unter anderem, dass 5 *g* Kalkstickstoff, welche auf einem Uhrglase in dünner Schicht ausgebreitet waren, nach

[1]) Fühlings landw. Zeitung 1905, S. 787.
[2]) Landw. Versuchs-Stationen, Bd. 66, 1907, S. 283.

95 Tagen 24,1 % an Gewicht zugenommen hatten, während der Verlust an Stickstoff 69 % betrug. 1 *g* des gleichen Kalkstickstoffs, welcher in derselben Weise 93 Tage an der Luft stand, zeigte eine Gewichtszunahme von 22 %, einen Stickstoffverlust von 69 %. Sie kamen ferner zu dem Ergebnis, dass Kohlensäure, Humusstoffe, Wärme und Mangel an Bakterien die Bildung von Dicyandiamid im Boden befördern und dass letzteres ungünstig und ertragsvermindernd auf das Pflanzenwachstum einwirkt.

VON FEILITZEN[1]) fand, dass 209 *kg* Kalkstickstoff in einem Fasse, welches 6 Monate gestanden hatte, 4 *kg* an Gewicht zugenommen hatte, während der Stickstoff um 0,7 *kg* abgenommen hatte. Im Gegensatz hierzu berichtet KAPPEN, dass beim Lagern von 7,7 bzw. 7,0 *kg* Kalkstickstoff auf trockener Unterlage in kleinen Säcken während mehrerer Monate Stickstoffverluste unter Berücksichtigung der Gewichtszunahme nicht eingetreten waren. Dagegen machte sich in der warmen Jahreszeit ein geringer Rückgang des Cyanamidstickstoffes bemerkbar.

CH. BRIOUX[2]) gibt an, dass Kalkstickstoff in einem trocknen Raum auch in dünner Schicht ausgebreitet, in 8 Monaten nur 1,7 bis 1,8 % seines Gesamtstickstoffs verlor, während der Verlust in der gleichen Zeit in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Atmosphäre 8 % des Gesamtstickstoffs betrug. Ein Sack Kalkstickstoff, der in einem Schuppen in feuchter Luft 2 Winter und 1 Sommer gelagert hatte, verlor 13,5 % seines Stickstoffs als Ammoniak. Er kommt zu dem Schluss, dass in trockner Luft keine oder doch nur eine geringe chemische Veränderung des Calciumcyanamids stattfindet, während in feuchter und kohlensäurehaltiger Luft Dicyandiamidbildung erfolgt. Nach 8 Monaten betrug diese bei Aufbewahrung in trockner Luft 10—15 %, in feuchter Luft dagegen 80 % des Gesamtstickstoffs.

J. C. DE RUIJTES DE WILDT und Dr. A. D. BERKHOUT[3]) geben an, dass von 7 verschiedenen Kalkstickstoffproben, welche in verschlossenen Flaschen aufbewahrt wurden, nur bei 2 Proben nach einem Jahre eine Bildung von Dicyandiamid von einiger Bedeutung eingetreten war. Dagegen fanden sie, dass in feuchter Atmosphäre eine reichliche Dicyandiamidbildung stattfand. Nach ihnen bewirkt nur der Wasserdampf, nicht aber die Kohlensäure die Bildung von Dicyandiamid. Der Stickstoffverlust in feuchter Luft ist nach ihnen etwas grösser als in mit Feuchtigkeit und Kohlensäure gesättigter Luft; in trockner Atmosphäre ist er ganz gering. Bei Düngungsversuchen zeigte sich alter Kalkstickstoff solchem neuen, welcher kein Dicyandiamid enthielt, weit unterlegen. Ersterer zeigte deutliche Giftwirkungen.

Nach A. H. BURGRESS und R. D. EDWARDES-KER[4]) verlor eine der Luft ausgesetzte Probe Kalkstickstoff täglich durchschnittlich 0,078 % Stickstoff.

[1]) Chemiker-Zeitung 1908, Nr. 32, S. 542.

[2]) Annales de la science agronomique 1910, S. 242, Ref. in Biedermanns Zentralblatt 1911, S. 230.

[3]) Verslagen von Landbouwk, Inderzoekongen der Rijkslandbouwproefstation 1913, Nr. 13, Ref. in Biedermanns Zentralblatt 1915, S. 151.

[4]) The Journal of the South Easters Agriculture College, Wye, Kent Nr. 22, S. 363 bis 367, Ref. in Biedermanns Zentralblatt 1916, S. 70.

in feuchter, kohlensäurefreier Luft 0,008 %, in trockner, ein Übermaſs von Kohlensäure enthaltender Luft 0,011 %, in feuchter, kohlensäurehaltiger Luft 0,025 %. Nach diesen Beobachtungen würde demnach in zunehmendem Maſse feuchte, kohlensäurefreie — trockene, kohlensäurehaltige — feuchte, kohlensäurehaltige Luft den Stickstoffverlust begünstigt haben. In verkorkter Flasche fand ein Stickstoffverlust nicht statt.

Hoffmann berichtet[1]) über Lagerungsversuche, welche mit einem etwa 2 Jahre alten, gekörnten Kalkstickstoff der Lonza-Werke seitens der Versuchsstation Harleshausen ausgeführt wurden. Trotz vorsichtiger Aufbewahrung in einem trocknen Schuppen war der Gehalt an Dicyandiamid in 10 Monaten von 3,71 % auf 5,82 % gestiegen, während der Gehalt an Gesamtstickstoff von 12,23 % auf 11,75 % gesunken war. Ob auch Stickstoffverluste eingetreten sind, ist nicht zu entnehmen, da das Gewicht des Kalkstickstoffs zu Beginn und zu Ende des Versuches nicht mitgeteilt wird.

Popp[2]) hat von etwa 150 *kg* Kalkstickstoff, welcher lose im Wirtschaftsgebäude lagerte, in den Jahren 1913, 1914 und 1915 Proben entnommen und auf ihren Stickstoffgehalt untersucht. Die in mit Korkstopfen verschlossenen Flaschen aufbewahrten Proben wurden 1917 auf ihren Gehalt an Cyanamid- und Dicyandiamid-Stickstoff nochmals untersucht. Über das Ergebnis unterrichtet nachstehende Tabelle:

Gesamt-Stickstoff bestimmt im Jahre	Gesamt-Stickstoff 1917 gefunden in der Probe vom Jahre	Cyanamid-Stickstoff	Dicyandiamid-Stickstoff	Rest-Stickstoff
		1917 gefunden in der Probe vom Jahre		
1913: 15,06 %	1913: 13,69 %	1913. 2,45 %	7,04 %	4,20 %
1914: 14,32 „	1914: 12,81 „	1914: 1,12 „	5,98 „	5,71 „
1915: 12,47 „	1915: 12,15 „	1915: 1,19 „	6,79 „	4,17 „

Der Rückgang des lose gelagerten Kalkstickstoffs an Gesamtstickstoff erklärt sich durch die Wasseraufnahme des viel Chlorcalcium enthaltenden Materials. Auffallend ist aber der weitere Rückgang an Gesamtstickstoff in den verschlossenen Flaschen. Es muss durch die porösen Korken hindurch eine Wasseraufnahme erfolgt sein, falls nicht Ammoniakverluste eingetreten sind. Sehr erheblich ist in diesen Proben die Zunahme an Dicyandiamid. Auch hierbei ist der absolute Verlust an Stickstoff nicht zu ersehen, da über das Anfangs- und Endgewicht der Probe nichts gesagt wird.

Meyer[3]) machte Versuche, den Kalkstickstoff durch Vermischen mit Wasser oder feuchten Substanzen streufähiger zu machen und stellte die bei seinem Verfahren sich ergebenden Stickstoffverluste fest. Er fand, dass unmittelbar nach dem Vermischen, wie dies auch Baessler[4]) hervorhebt, bei sofortiger Verwendung der Mischungen wahrnehmbare Stickstoffverluste nicht eintraten. Nach 14 Tagen hatten alle 8 von ihm hergestellten

[1]) Mitteilungen der D. L.-G. 1916, S. 744.
[2]) Mitteilungen der D. L.-G. 1917, S. 776.
[3]) Illustr. landw. Zeitung 1916, Nr. 59 und 84.
[4]) Illustr. landw. Zeitung 1916, Nr 27.

Mischungen Stickstoffverluste erlitten, die zwischen 0,06 und 1,72 % schwankten. Bei weiterer Aufbewahrung erhöhten sich dieselben beträchtlich und schwankten zwischen 1,36 und 6,27 % der ursprünglich vorhandenen Menge. Eine unvermischte Kalkstickstoffprobe, welche während 18 Wochen an der Luft lagerte, hatte nach 10 Wochen 52 %, nach 14 Wochen 53,1 %, nach 18 Wochen 56,2 % an Gewicht zugenommen, während der Gehalt an Stickstoff von 16,90 auf 10,15 % sank. Der absolute Stickstoffverlust betrug 6,21 %. Dabei war der Gehalt an Dicyandiamid während der Versuchszeit von 0 bis auf 6,84 % gestiegen, d. h. es waren 67,4 % des Gesamtstickstoffs in Dicyandiamid umgewandelt.

HOFFMANN berichtet[1]) über Lagerungsversuche mit Kalkstickstoff, welche die bayr. Stickstoffwerke in Trostberg im Benehmen mit der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft ausführten und deren Ergebnis in nachfolgender Tabelle folgt:

	Gesamtstickstoff		Wasserlösliches Cyanamid		Dicyandiamid	
	9. 12. 1916	9. 3. 1917	9. 12. 1916	9. 3. 1917	9. 12. 1916	9. 3. 1917
1. Gelagert auf Betonboden in Holzhalle vom 9. 12. 1916 bis 9. 3. 1917.						
I	19,04	18,65 — 0,39	15,51	16,66 + 1,15	0,55	0,07 — 0,48
II	19,04	18,62 — 0,42	15,44	16,73 + 1,29	0,38	0,07 — 0,31
III	19,04	18,73 — 0,31	15,44	17,01 + 1,57	0,38	0,07 — 0,31
IV	19,04	18,41 — 0,66	15,82	16,73 + 0,91	0,45	0,07 — 0,38
V	19,04	18,65 — 0,39	15,44	16,80 + 1,36	0,38	0,11 — 0,27
2. Gelagert auf hochliegendem Holzboden in Holzhalle vom 8. 1. 1917 bis 3. 4. 1917.						
I	18,69	18,59 — 0,10	16,24	16,24 —	0,28	0,14 — 0,14
II	18,76	18,48 — 0,28	16,24	16,21 — 0,03	0,28	0,14 — 0,14
III	18,34	18,48 + 0,14	16,24	16,03 — 0,21	0,28	0,16 — 0,12
IV	18,90	18,48 — 0,42	16,24	16,10 — 0,14	0,28	0,16 — 0,12
V	19,12	18,62 — 0,50	16,45	16,31 — 0,14	0,35	0,14 — 0,21

I. 5 Sack je 100 *kg* in Jutesäcken mit Papiereinlage. — II. 5 Sack je 100 *kg* in Pelzersäcken aus Kreppstoffpapier. — III. 5 Trommeln je 100 *kg* in Drei-Riegeltrommeln von MAUSER. — IV. 200 *kg* lose gelagert ohne Bedeckung. — V. 300 *kg* lose gelagert mit Bedeckung (Sackrupfen).

In allen Fällen war ein Rückgang des Gehaltes an Stickstoff eingetreten, dem aber jedenfalls eine Gewichtszunahme durch Wasseranziehung entgegensteht. Da über letztere nichts gesagt ist, lässt sich der Stickstoffverlust nicht berechnen. Auffallenderweise ist hier in allen Fällen eine Vermehrung des Cyanamidstickstoffs beim Lagern eingetreten, während der Gehalt an Dicyandiamid sich vermindert hat. Dies widerspricht allen bis-

[1]) Mitteilungen der D. L.-G. 1918, Stück 15, S. 220.

herigen Erfahrungen. Es handelt sich hier um ein Produkt, das ohne Chlorcalcium hergestellt war.

LIECHTI und TRUNINGER [1]) fanden bei Lagerungsversuchen, dass bei gepulvertem Kalkstickstoff, der 3 Monate in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft gelagert hatte, fast der gesamte Gehalt an Cyanamid in Dicyandiamid übergegangen war. Andererseits stellten sie fest, dass ein Kalkstickstoff, der 8 Jahre hindurch in einer Holzkiste aufbewahrt worden war, in seiner obersten Schicht bei einem Gehalt von 15,99 % Cyanamidstickstoff nur 1,18 % Dicyandiamidstickstoff enthielt.

Die Ergebnisse der angeführten Untersuchungen sprechen im allgemeinen dafür, dass die Bildung des Dicyandiamids mit der Wasseraufnahme Hand in Hand geht, dass also das Lagern des Kalkstickstoffs an feuchter Luft diese begünstigt. Das gleiche gilt für die Ammoniakbildung und die damit verbundenen Stickstoffverluste. Das Kohlendioxyd scheint bei diesen Vorgängen keine oder doch nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. Die Erfahrungen, die über die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme und den Schutz gegen diese gemacht sind, lauten recht verschieden. Einerseits ist selbst in mit Korken verschlossenen Flaschen eine erhebliche Wasseraufnahme festgestellt worden, während andererseits die Aufbewahrung in einer Holzkiste genügt hatte, diese jahrelang fast zu verhindern. Die Herstellungsweise, vor allem der Gehalt an Chlorcalcium mag hierbei eine erhebliche Rolle spielen.

B. Untersuchungen im Institut für Boden- und Pflanzenbaulehre.

Mit der Durchführung der nachfolgend beschriebenen Untersuchungen und ihrer Veröffentlichung wurde Berichterstatter von Herrn Geheimrat REMY betraut. Sie sollten besonders Aufschluss über zwei Fragen geben:

1. Fallen die Stickstoffverluste unter gewöhnlichen Aufbewahrungsbedingungen als wertmindernder Umstand stark in Gewicht?
2. Welche Tragweite für den Wirkungswert des Kalkstickstoffs besitzt die Dicyandiamidbildung?

Zu Frage 1 waren weitere Beobachtungen erwünscht, weil bei vielen Versuchen nur der Gehaltsrückgang an Stickstoff, nicht aber die gleichzeitige Gewichtszunahme des Kalkstickstoffs festgestellt ist. Zu Frage 2 liegen zwar eine Reihe von Beobachtungen vor, doch widersprechen sich diese teilweise, so dass eine Ergänzung wünschenswert erscheint.

I. Laboratoriumsuntersuchungen.

Versuch 1.

Je 12 *g* zerriebener und aufs sorgfältigste gemischter Kalkstickstoff wurden in offenen Wägegläschen in luftdicht geschlossenen, grossen Exsikkatoren vom 22. Februar 1918 an

a) über konzentrierter Schwefelsäure, b) über Wasser

aufbewahrt und der Gehalt an Gesamt- und Dicyandiamidstickstoff von je 2 Wägegläschen von Zeit zu Zeit unter gleichzeitiger Gewichtsermittelung

[1]) Chemiker-Zeitung 1916, Nr. 51, S. 365.

bestimmt. Der Kalkstickstoff wurde einer grösseren Sendung unmittelbar nach deren Eingang entnommen. Bei Beginn des Versuches enthielt er 18,24 % Gesamt- und 0,02 % Dicyandiamidstickstoff, entsprechend 2,19 *g* Gesamt- und 0.002 *g* Dicyandiamidstickstoff je Probe. Das Ergebnis des Versuches bringt die nachstehende Tabelle 1.

(Siehe Tabelle 1, Seite 607.)

In trockner Luft war demnach eine nachweisbare Veränderung des Kalkstickstoffs nicht eingetreten. Die geringen Schwankungen des Gehaltes an Gesamtstickstoff und an Dicyandiamid liegen innerhalb der Fehlergrenzen. Dagegen hatte bei dem in mit Wasserdampf gesättigter Atmosphäre aufbewahrten Kalkstickstoff die Bildung von Dicyandiamid nach 10 Tagen schon merklich eingesetzt. Sie schritt stetig fort und zwar stieg die Umsetzungsgeschwindigkeit zunächst mit der Dauer der Einwirkung der feuchten Luft. Während der ersten 10 Tage betrug die Umwandlung in Dicyandiamid rund 1 % des Gesamtstickstoffs. Innerhalb der nächsten 10 Tage waren etwa 3 %, in weiteren 12 Tagen etwa 10 % umgesetzt. Innerhalb der zweiten Dekade war der Prozess also rund 3 mal, während der dritten etwa 8 mal so schnell verlaufen als in der ersten. Eine wesentliche Beschleunigung der Umsetzung ist weiterhin nicht mehr wahrnehmbar. Im Verlauf der folgenden 22 Tage betrug die Umsetzung etwa 18 % der Gesamtmenge des Stickstoffs, während der letzten 26 Tage der Versuchszeit rund 30 %. Vom 21. bis 80. Versuchstage sind täglich rund 1 % des Gesamt-N in Dicyandiamid-N umgewandelt.

Ammoniakbildung und Stickstoffverluste sind erst nach 32 tägiger Versuchsdauer nachweisbar und zwar betragen sie nach dieser Zeit etwa 2 % des Gesamtstickstoffs. Nach 54 Tagen macht sich beim Öffnen des Exsikkators ein schwacher Ammoniakgeruch bemerkbar, nach 80 Tagen ist dieser deutlich wahrzunehmen, während der Stickstoffverlust auf etwa 7 % gestiegen ist.

Der Versuch zeigt aufs neue, dass Wasserdampfaufnahme die Ursache der Dicyandiamid- und der Ammoniakbildung ist, dass namentlich erstere unter ungünstigen Bedingungen sehr stark fortschreitet und auch die Stickstoffverluste in verhältnismässig kurzer Zeit eine recht beträchtliche Höhe erreichen können, während bei Feuchtigkeitsabschluss eine Umsetzung nicht erfolgt.

Versuch 2.

Der zweite Versuch wurde mit grösseren Mengen in der Weise ausgeführt, dass je 3500 *g* des gleichen Kalkstickstoffs wie bei Versuch 1 in einem ungeheizten Raume des Institutes vom 24. Februar 1918 an in nachstehender Weise aufbewahrt worden:

1. In mit Glasstopfen gut verschlossenen Flaschen,
2. in offenen Emailleschalen,
3. wie bei 2, jedoch vermischt mit 5 % Chlorcalcium,
4. in offenen Emailleschalen unter grossen Glasglocken, die ausserdem ein flaches Gefäss mit Wasser enthielten, also in feuchter Atmosphäre.

Tabelle 1.

a) Aufbewahrung in trockener Luft über konzentrierter Schwefelsäure.

Tag der Untersuchung	Dauer der Aufbewahrung	Gewicht am Tage der Untersuchung	Zu- bzw. Abnahme		Gehalt an Gesamtstickstoff		N-Abnahme	Gehalt an Dicyandiamid	Zunahme an Dicyandiamid	Der Dicyan-N betrug % des Gesamt-N	Besondere Wahrnehmungen.
	Tage	g	g	%	%	g	g	N-%	g		
Bei Beginn	0	12,0	—	—	18,24	2,19	—	0,02	—	0,1	Beim Öffnen des Gefässes ist kein Geruch wahrnehmbar. Mit HCl keine Nebelbildung.
4. 3.	10	11,9908	— 0,0092	— 0,08	18,17	2,18	— 0,01	0,02	± 0	0,1	
4. 3.	10	11,9904	— 0,0096	— 0,08	18,12	2,17	— 0,02	0,02	± 0	0,1	
14. 3.	20	11.9920	— 0,0080	— 0,07	18,26	2,19	± 0	0,04	0,002	0,2	
14. 3.	20	11,9916	— 0,0084	— 0,07	18,16	2,18	— 0,01	0,04	0,002	0,2	
26. 3.	32	11,9908	— 0,0092	— 0,08	18,06	2,17	— 0,02	0,03	0,001	0,2	
26. 3.	32	11,9918	— 0,0082	— 0,07	18,06	2,17	— 0,02	0,03	0,001	0,2	
17. 4.	54	11,9940	— 0,0060	— 0,05	18,27	2,19	± 0	0,04	0,002	0,2	
17. 4.	54	11,9944	— 0,0056	— 0,05	18,21	2,18	— 0,01	0,03	0,001	0,2	
13. 5.	80	11,9936	— 0,0064	— 0,05	18,35	2,20	+ 0,01	0,04	0,002	0,2	
13. 5.	80	11,9934	— 0,0066	— 0,05	18,33	2,20	+ 0,01	0,04	0,002	0,2	

b) Aufbewahrung in feuchter Luft über Wasser.

Tag der Untersuchung	Dauer der Aufbewahrung	Gewicht am Tage der Untersuchung	Zu- bzw. Abnahme		Gehalt an Gesamtstickstoff		N-Abnahme	Gehalt an Dicyandiamid	Zunahme an Dicyandiamid	Der Dicyan-N betrug % des Gesamt-N	Besondere Wahrnehmungen.
	Tage	g	g	%	%	g	g	N-%	g		
4. 3.	10	13,2844	+ 1,2844	+10,70	16,46	2,19	± 0	0,22	0,027	1,3	Beim Öffnen des Gefässes deutlicher Geruch nach Azetylen. Mit HCl keine Nebelbildung. Die Masse hat sich äusserlich nicht verändert.
4. 3.	10	13,1788	+ 1,1788	+ 9,82	16,49	2,17	— 0,02	0,14	0,016	0,8	
14. 3.	20	14,1768	+ 2,1768	+18,14	15,47	2,19	± 0	0,62	0,086	4,0	Geruch wie oben. Der Inhalt des Gläschens bildet eine locker zusammenhängende Masse.
14. 3.	20	14,2406	+ 2,2406	+18,67	15,18	2,16	— 0,03	0,70	0,098	4,6	
26. 3.	32	15,5486	+ 3,5486	+29,57	13,68	2,13	— 0,06	1,91	0,295	13,9	
26. 3.	32	15,7896	+ 3,7896	+31,58	13,47	2,13	— 0,06	2,00	0,316	14,8	
17. 4.	54	18,3074	+ 6,3074	+52,56	11,37	2,08	— 0,11	3,57	0,653	31,4	Geruch nach Azetylen und schwach nach Ammoniak. Der Kalkstickstoff bildet eine feste Masse, die nur mit Gewalt aus dem Glase entfernt werden kann.
17. 4.	54	18,1874	+ 6,1874	+51,56	11,66	2,12	— 0,07	4,00	0,727	34,3	
13. 5.	80	19,4404	+ 7,4404	+62,00	10,40	2,02	— 0,17	6,55	1,273	63,0	Deutlicher Ammoniakgeruch. Der Gefässinhalt bildet eine zusammenhängende, weniger feste, etwas feuchte Masse.
13. 5.	80	19,4898	+ 7,4898	+62,41	10,47	2,04	— 0,15	6,42	1,251	61,4	

Die Proben blieben von Untersuchung zu Untersuchung unberührt stehen. Unmittelbar vor jeder Untersuchung wurden sie zur Entnahme einer Probe von je $^1/_{10}$ der Gesamtmenge sorgfältig gemischt. Bei Beginn des Versuches enthielt der Kalkstickstoff 18,24 $^0/_0$ Gesamtstickstoff = 638,4 *g* und 0,02 $^0/_0$ Dicyandiamidstickstoff je Schale.

Die erste Untersuchung erfolgte am 10. April, nach 48 Tagen. Das Ergebnis folgt in nachstehender Tabelle 2.

Tabelle 2.

Aufbewahrungsart		Gewicht bei Beginn *g*	Gewicht 10. 4. *g*	Zunahme *g*	Gesamtstickstoff $^0/_0$	Gesamtstickstoff *g*	Nach der Analyse Zu- bzw. Abnahme *g*	Nach der Analyse Zu- bzw. Abnahme $^0/_0$	Dicyandiamidstickstoff $^0/_0$	Dicyandiamidstickstoff $^0/_0$ des Gesamtstickstoffs
In geschlossenen Gläsern	1. a)	3500	3500	0	18,24	638,4	0	0	0,06	0.3
	b)	3500	3500	0	18,20	637,0	— 1,4	— 0,2	0,05	0.3
In offenen Schalen	2. a)	3500	3727	227	16,97	632,5	— 5,9	— 0.9	0,13	0.7
	b)	3500	3729	229	17,01	634,3	— 4,1	— 0,6	0,13	0,7
Desgl. mit Zusatz von Chlorcalcium	3. a)	3675	3919	244	16,27	637,6	— 0,8	— 0,1	0,41	2.2
	b)	3675	3926	251	16,24	637,6	— 0,8	— 0,1	0,40	2,2
In offenen Schalen in feuchter Luft	4. a)	3500	3870	370	16.58	641,6	+ 3,2	+ 0.5	0,57	3.1
	b)	3500	3905	405	16,41	640,8	+ 2,4	+ 0,4	0,73	4.0

Das Gewicht des Kalkstickstoffs hat, abgesehen von 1, in allen Fällen eine Zunahme erfahren und zwar beträgt diese bei Aufbewahrung in offenen Schalen bei reinem Kalkstickstoff etwa 6,5 $^0/_0$, bei dem Gemisch mit Chlorcalcium nur unwesentlich mehr. In feuchter Luft hat der Kalkstickstoff dagegen durchschnittlich 11 $^0/_0$ an Gewicht zugenommen. Stickstoffverluste, welche die Fehlergrenze überschreiten, sind mit Sicherheit nicht nachweisbar. Dagegen ist, abgesehen von 1 in allen Fällen eine merkbare Erhöhung des Dicyandiamidgehaltes erkennbar. Am geringsten ist diese bei 2, am stärksten bei 4.

Die nächste Untersuchung wurde am 17. Dezember 1918, 251 Tage nach der ersten, 299 Tage nach Beginn des Versuches vorgenommen. Das Ergebnis ist in nachstehender Tabelle 3 enthalten.

(Siehe Tabelle 3, Seite 609.)

Eine weitere Gewichtszunahme ist, abgesehen von 1, in allen Fällen erfolgt. Sie beträgt seit der letzten Untersuchung bei 2 18, bei 3 im Mittel etwa 24 $^0/_0$, bei 4 18,7 und 16,9 $^0/_0$, seit Beginn des Versuches bei 2 rund 25 $^0/_0$, bei 3 etwa 31 $^0/_0$ und bei 4 etwa 29 $^0/_0$. Im letzten Falle würde sie wohl erheblich höher gewesen sein, wenn nicht infolge eines Versehens die Wasserschalen unter den Glasglocken im Sommer nach Verdunstung des Inhaltes längere Zeit leer gestanden hätten.

Ein Verlust an Gesamtstickstoff trat, ausser bei 1, durchweg ein, doch geht er nicht der Wasseraufnahme proportional, sondern ist bei 4

mit rund 5 und 6 % am höchsten. Zugrunde gelegt wurde bei der Berechnung der Stickstoffverluste der bei Beginn des Versuches gefundene Stickstoffgehalt. Da für die Untersuchungsprobe je $^1/_{10}$ der Gesamtmenge entnommen war, ergibt sich nach dessen Abzug ein Soll von 574,7 *g* N.

Tabelle 3.

Probe	Gewicht 10. 4. 1918 *g*	Gewicht 17. 12. 1918 *g*	Zunahme *g*	Gesamtstickstoff %	Gesamtstickstoff *g*	Abnahme an Stickstoff *g*	Abnahme an Stickstoff %	Dicyandiamidstickstoff %	Dicyandiamidstickstoff % des Gesamtstickstoffs
1. a)	3150	3148	— 2	18,20	572,9	1,7	0,3	0,05	0,3
b)	3150	3147	— 3	18,09	569,3	5,3	0,9	0,05	0,3
2. a)	3354	3973	+ 619	14,05	558,2	16,4	2,9	2,93	16,0
b)	3356	3977	+ 621	14,13	562,0	12,6	2,2	3,16	17,3
3. a)	3527	4398	+ 871	12,64	555,9	18,7	3,3	3,83	21,0
b)	3533	4367	+ 834	12,66	552,8	21,8	3,8	3,86	21,1
4. a)	3483	4137	+ 654	13,25	548,2	26,5	4,6	6,73	36,9
b)	3515	4109	+ 594	13,12	539,1	35,5	6,2	6,75	37,0

Der Dicyandiamidgehalt ist ausser bei der Aufbewahrung unter Luftabschluss, gleichfalls in allen Fällen stark gestiegen. Auch hierbei ist ein bestimmtes Verhältnis zwischen Wasseraufnahme und Dicyandiamidbildung nicht wahrnehmbar, da die mit Chlorcalcium vermischten Proben trotz höherer Wasseranziehung weit hinter den in feuchter Luft aufbewahrten zurückbleiben.

Die letzte Untersuchung erfolgte am 24. März 1919, 97 Tage nach der zweiten, 396 Tage nach Beginn des Versuches. Nachstehende Tabelle 4 unterrichtet über das Ergebnis.

Tabelle 4.

Probe	Gewicht 17. 12. 1918. *g*	Gewicht 24. 3. 1919. *g*	Zunahme *g*	Gesamt-Stickstoff %	Gesamt-Stickstoff *g*	Abnahme an Stickstoff *g*	Abnahme an Stickstoff %	Dicyandiamidstickstoff %	Dicyandiamidstickstoff % des Gesamt-Stickstoffs
1. a)	3082	3080	— 2	18,12	558,1	3,7	0,7	0,04	0,2
b)	3081	3080	— 1	18,04	555,6	6,2	1,1	0,06	0,3
2. a)	3576	3659	+ 83	13,67	500,2	16,9	3,3	3,87	21,2
b)	3579	3663	+ 84	13,67	500,7	16,4	3,2	3,54	19,4
3. a)	3958	4044	+ 86	12,08	488,5	28,5	5,5	4,46	24,5
b)	3930	4021	+ 91	12,13	487,7	29,4	5,7	4,29	23,5
4. a)	3723	3888	+ 165	12,50	486,0	31,1	6,0	8,36	45,8
b)	3698	4021	+ 323	12,00	482,5	34,6	6,7	8,56	46,9

Auch im dritten Versuchsabschnitt hat eine weitere Wasseraufnahme der Proben 2—4 stattgefunden, die bei 2 und 3 reichlich 2 %, bei 4 da-

gegen rund 5 und 9 % beträgt. Die gesamte Wasseraufnahme seit Versuchsbeginn beträgt demnach in rund 13 Monaten bei Aufbewahrung in offener Schale ohne Zusatz etwa 27 %, vermischt mit 5 % Chlorcalcium etwa 33 %, bei Aufbewahrung in mit Wasserdampf gesättigter Luft im Mittel etwa 37 %. Das Gewicht der in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrten Proben zeigt keine Veränderung, da die geringe Abnahme auf ein Verstäuben bei dem Mischen zurückzuführen sein dürfte.

Dasselbe gilt bei dieser Probe für den nach dem Analysenergebnis scheinbar eingetretenen geringen Rückgang des Gesamtstickstoffs.

Unter Berücksichtigung des Untersuchungsfehlers und der unvermeidlichen kleinen Materialverluste sind bei den unter Luftabschluss aufbewahrten Proben 1 a und b Stickstoffverluste nicht mit Sicherheit nachweisbar. Ebensowenig hat sich der Gehalt an Dicyandiamid erhöht.

Bei allen übrigen Proben sind dagegen weitere Stickstoffverluste eingetreten, während gleichzeitig die Bildung von Dicyandiamid fortgeschritten ist. Am höchsten ist der Stickstoffverlust bei der Aufbewahrung in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Atmosphäre; er beträgt hier 6,0 und 6,7 %. Nicht viel niedriger stellt er sich bei der Aufbewahrung in offener Schale bei den mit Chlorcalcium vermischten Proben 3 a und b, während er bei dem an der Luft aufbewahrten, unvermischten Material nur etwa halb so hoch als bei dem in feuchter Luft aufbewahrten ist. Dem grössten Verlust an Stickstoff bei 4 entspricht auch der höchste Gehalt an Dicyandiamid mit 46 %, während er bei 3 nur reichlich, bei 2 knapp die Hälfte hiervon beträgt.

Aus beiden Versuchen geht hervor, dass durch Aufbewahrung an trockner Luft jede Veränderung des Kalkstickstoffs vermieden wird, während an feuchter Luft unter ungünstigen Bedingungen schon in verhältnismässig kurzer Zeit erhebliche Stickstoffverluste eintreten und das Calciumcyanamid zum grossen Teile in Dicyandiamid übergeht. Je dünner die Schicht des Kalkstickstoffs ist, um so energischer wird die Einwirkung der Wasseraufnahme sein und desto schneller werden die Umsetzungen verlaufen. Dadurch erklärt es sich, dass bei den kleinen Mengen des Versuches 1 bereits nach 80 Tagen ein Stickstoffverlust von rund 6,5 % eingetreten war und der Dicyandiamidgehalt fast $^2/_3$ des Gesamtstickstoffs ausmachte, während bei der grossen Probe des zweiten Versuches erst nach der vierfachen Zeit der gleiche Verlust erreicht wurde und der Gehalt an Dicyandiamid noch nicht die Hälfte des Gesamtstickstoffs betrug.

Dass schon unter Verhältnissen, die sich den in der Praxis vorkommenden nähern, recht beträchtliche Stickstoffverluste und reichliche Bildung des unerwünschten Dicyandiamids auftreten können, zeigen die Proben 2 und 3 des zweiten Versuches. Dabei ergibt sich, dass ein ohne Zusatz von Chlorcalcium hergestelltes Produkt sich deutlich günstiger verhält, als ein diese Verbindung enthaltendes, die infolge Erhöhung der Wasseranziehung die Umsetzungen begünstigt.

Versuch 3.

Der im Februar 1918 in grosser Menge bezogene Kalkstickstoff, welchem das Versuchsmaterial entnommen war und der im Düngerraume des Institutes in einem grossen, kastenartigen, mit Deckel verschlossenen Verschlage lagerte, wurde am 17. Dezember 1918 gleichfalls untersucht. Bestimmt wurde der Gehalt an Gesamt- und Dicyandiamidstickstoff in der obersten 5 *cm* starken Schicht und in einer an verschiedenen Stellen in 30 *cm* Tiefe entnommenen Durchschnittsprobe. Im ersten Falle fanden sich 15,64 % Gesamt- und 0,37 % Dicyandiamidstickstoff, im zweiten 17,41 % und 0,04 %. Der Stickstoffgehalt der obersten Schicht war demnach während einer zehnmonatlichen Aufbewahrung in einer mit Deckel versehenen Kiste infolge Wasseraufnahme um 2,6 % zurückgegangen, während der Gehalt an Dicyandiamidstickstoff um 0,35 % gestiegen war. In einer Tiefe von 30 *cm* betrug der Rückgang an Gesamtstickstoff nur 0,8 %; eine Bildung von Dicyandiamid war hier nicht oder doch nur im geringsten Maſse erfolgt. Es ergibt sich aus dieser Untersuchung einmal, dass bei Lagerung grösserer Mengen von Kalkstickstoff die oberste Schicht einen weitgehenden Schutz gegen Wasseraufnahme und Zersetzung der darunterliegenden Menge bildet und weiterhin, dass schon ein beschränkter Luftabschluss die Umsetzungen in niedrigen Grenzen zu halten vermag.

Versuch 4.

Von verschiedenen Seiten ist zum Schutze des Kalkstickstoffs gegen Wasseraufnahme und Zersetzung eine Bedeckung desselben mit einer Schicht Thomasphosphat empfohlen worden. Der diesem Vorschlag zu Grunde liegende Gedanke war jedenfalls, dass dadurch der direkte Zutritt feuchter Luft gehindert würde und der im Thomasphosphat stets vorhandene Ätzkalk den Wasserdampf zunächst aufnehmen und unschädlich machen würde. Um festzustellen, ob dieser Schutz auch unter ungünstigen Bedingungen ausreicht und ferner ob schon eine Bedeckung mit trocknem Sand, der überall zur Verfügung steht, als Abschluss wirksam wäre, wurde nachstehender Versuch durchgeführt.

Unter einer Glasglocke, die eine flache, mit Wasser gefüllte Schale enthielt, wurden vom 25. Juli 1919 an 20 *g* Kalkstickstoff enthaltene offene Wägegläschen aufbewahrt:

1. ohne Bedeckung,
2. bedeckt mit 0,5 *cm* starker Schicht von Thomasphosphat,
3. bedeckt mit 2 *cm* starker Thomasphosphatschicht,
4. bedeckt mit einer 0,5 *cm* starken Sandschicht,
5. mit einer 2 *cm* starken Sandschicht.

Der Kalkstickstoff enthielt bei Beginn des Versuches 18,17 % Gesamtstickstoff = 3,63 *g* N und 0,05 % Dicyandiamidstickstoff. Die erste Untersuchung der vorher aufs sorgsamste gemischten Proben erfolgte am 3. September, 40 Tage nach Beginn des Versuches. Nachstehende Tabelle 5 enthält das Ergebnis.

Tabelle 5.

Probe	Gewicht der Probe bei Beginn g	Gewicht der Probe bei Schluss g	Wasseraufnahme g	Wasseraufnahme % des verwendeten Kalkstickstoffs	Gesamtstickstoff %	Gesamtstickstoff g	Dicyandiamid-Stickstoff %	Dicyandiamid-Stickstoff g
1. a)	20,0000	23,4402	3,4402	17,2	15,20	3,56	1,96	0,459
b)	20,0000	23,2554	3,2554	16,3	15,33	3,56	1,83	0,426
2. a)	34,7508	37,8448	3,0940	15,5	9,33	3,53	0,99	0,375
b)	37,4004	40,4808	3,0804	15,4	9,06	3,67	0,89	0,360
3. a)	64,9672	67,8510	2,8838	14,4	5,26	3,57	0,55	0,373
b)	64,3778	67,2260	2,8482	14,2	5,34	3,59	0,56	0,376
4. a)	32,3542	35,4724	3,1182	15,6	10,08	3,57	0,99	0,351
b)	33,0362	36,1472	3,1110	15,5	9,85	3,56	1,07	0,387
5. a)	63,8788	66,6100	2,7312	13,7	5,35	3,56	0,57	0,380
b)	71,0474	73,7760	2,7286	13,6	4,69	3,46	0,52	0,384

Einen gewissen Schutz hat demnach die Bedeckung zweifellos ausgeübt, doch ist er nicht erheblich. Dabei zeigt es sich, dass ein Vorteil bei der Verwendung von Thomasphosphat gegenüber der von Sand nicht nachweisbar ist. In beiden Fällen ist bei einer 0,5 *cm* starken Deckschicht die Wasseraufnahme etwas geringer, als bei den unbedeckten Proben. Die 2 *cm* starke Bedeckung hat sich als etwas wirksamer erwiesen. Auffallenderweise schneidet dabei der Sand noch etwas besser ab als Thomasphosphat. Wieviel von dem aufgenommenen Wasser bei den mit Thomasphosphat bedeckten Proben auf dieses entfällt, lässt sich nicht feststellen, doch spricht die gleichmässig starke Bildung von Dicyandiamid bei den verschiedenen Proben dafür, dass die Aufnahme ganz oder doch vorwiegend durch den Kalkstickstoff erfolgt ist.

Auch die Bildung von Dicyandiamid ist bei den bedeckten Proben durchweg geringer, als bei den ungeschützten. Nennenswerte Unterschiede finden sich bei den verschiedenen Behandlungsweisen aber nicht, so dass der Schluss berechtigt erscheint, dass lediglich der Luftabschluss durch das Deckmaterial, nicht aber die chemische Beschaffenheit desselben von Einfluss auf die schützende Wirkung ist.

Geringe Stickstoffverluste sind in allen Fällen eingetreten, im Mittel etwa 2 %. Bei 2 liegen wohl kleine Analysenfehler vor, deren Richtigstellung aus Mangel an Material leider nicht möglich war. Es zeigt sich auch hier, dass die Beschaffenheit des Deckmaterials scheinbar ohne wesentlichen Einfluss ist. Der Verlust ist bei den bedeckten und unbedeckten Proben nahezu gleich gross.

II. Vegetationsversuche.

Über die Wirkungen des Dicyandiamids auf die Pflanzen liegt eine Reihe von Veröffentlichungen vor, die zu recht widersprechenden Schlüssen gelangen. Das Ergebnis namentlich der neueren Untersuchungen, die unter

einander eine bessere Übereinstimmung aufweisen, lässt sich dahin zusammenfassen, dass dicyandiamidhaltiger im Gegensatz zu unzersetztem Kalkstickstoff die Keimung meist nicht beeinträchtigt, dagegen im Laufe der Entwicklung deutlich schädigend wirkt. Namentlich ist übereinstimmend von verschiedenen Seiten die Weissfärbung und das Absterben der Blattspitzen bei Hafer, weiterhin eine erhebliche Ertragsverminderung sowie eine nutzlose Anhäufung des Stickstoffs in den Blättern beobachtet worden. Zur weiteren Klärung der Frage nach der Wirkung von Kalkstickstoff mit geringerem und höherem Gehalt an Dicyandiamid wurden in den Jahren 1918 und 1919 die nachstehenden Vegetationsversuche durchgeführt.

Versuch 1.

Für den Versuch wurden 1918 die folgenden 3 Kalkstickstoffproben benutzt:

1. Ein seit 1916 im Düngerraume des Institutes in einem geschlossenen Holzverschlage lagernder Kalkstickstoff, der bei 14,00 % Gesamt-N 1,23 % Dicyandiamid-N enthielt = 8,8 % des Gesamtstickstoffs.
2. Ein im Februar 1918 bezogener Kalkstickstoff, der sogleich nach dem Eingange in eine mit Glasstopfen verschlossene Flasche gebracht worden war mit 18,24 % Gesamt- und 0,06 % Dicyandiamid-N.
3. Eine Probe derselben Sendung, die vom 21. Februar bis 10. April, also 48 Tage in einer offenen Schale unter einer Glasglocke, die ausserdem eine flache Schale mit Wasser enthielt, aufbewahrt worden war und nach dieser Behandlung 16,58 % Gesamt- und 0,57 % Dicyandiamidstickstoff enthielt = 3,4 % des Gesamtstickstoffs.

Untersucht wurden die Proben unmittelbar vor ihrer Verwendung. Die Bestimmung des Dicyandiamids wurde nach Hager und Kern[1]) ausgeführt.

Durchgeführt wurde der Versuch in Tongefässen von ca. 12 *l* Inhalt, von denen für jede Reihe 7 zur Verwendung gelangten. Der Boden bestand aus einem Gemisch von 3 Teilen diluvialem Rheintallehm des Versuchsfeldes in Poppelsdorf, 1 Teil Quarzsand und 1 Teil lufttrocknem Torfmull. Sein Kalkwert betrug auf Trockenmasse bezogen 1,5 % CaO. Als Grunddüngung erhielt jedes Gefäss 2,0 *g* Kali als Chlorkalium, 2,3 *g* Phosphorsäure in Form von Thomas- und Superphosphat und 0,25 *g* Stickstoff als Ammonnitrat. Die Sonderdüngung bestand in 0,5 *g* Stickstoff. Als Vergleichsdünger wurde Ammonsulfat gewählt. Die Düngung erfolgte unmittelbar vor der Bestellung. Als Versuchspflanze diente weisser Senf, der am 16. April gesäet wurde und am 22. ohne jede wahrnehmbare Störung auflief. Unterschiede bei der Keimung waren nicht festzustellen.

Die Entwicklung erfolgte störungslos; irgend welche Schädigungen der Versuchspflanzen durch die verwendeten Dünger waren nicht erkennbar. Geerntet wurde am 27. Mai in blühendem Zustand. Bei Abschluss des Versuches zeigten alle Reihen deutlich Stickstoffmangelerscheinungen, die

[1]) Zeitschrift f. angew. Chemie 1917. S. 53.

sich durch blasse, gelblichgrüne Blattfärbung, Vergilben und Absterben der älteren Blätter und ganz allgemein durch dürftigen Stand bemerkbar machten. Am deutlichsten trat dies bei Reihe 1 hervor, demnächst bei Reihe 3. Reihe 5 wies den besten Stand auf, während 2 und 4 annähernd gleich entwickelt waren und eine Mittelstellung zwischen 3 und 5 einnahmen. Abbildung 92 gibt den Stand kurz vor der Beerntung wieder.

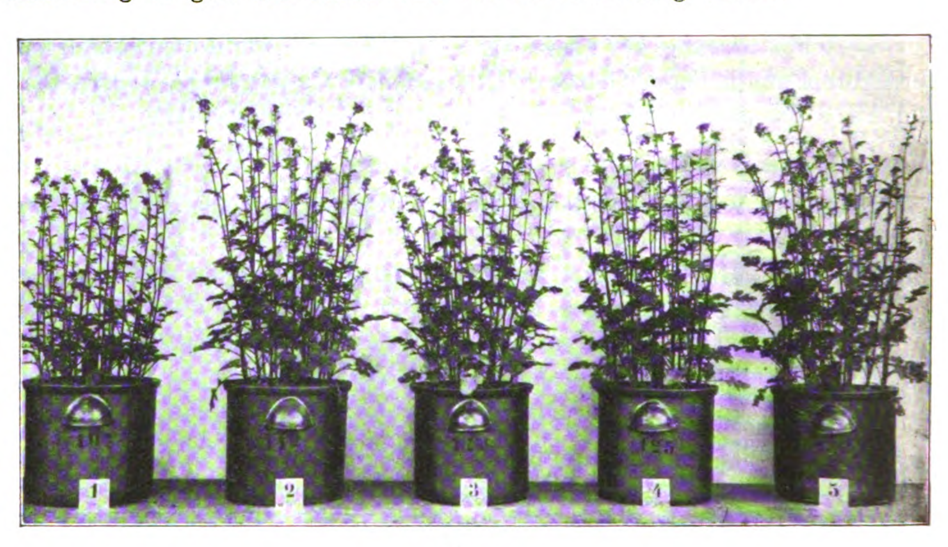


Abb. 92.

1. Ohne Stickstoff.
2. 0 5 g Stickstoff als Kalkstickstoff 1.
3. 0.5 „ „ „ „ 2.
4. 0,5 g Stickstoff als Kalkstickstoff 3.
5. 0,5 „ „ „ Ammonsulfat.

Über das Ergebnis des Versuches gibt folgende Übersicht Aufschluss.

Reihe Nr.	Sonderdüngung: 0,5 g N in Form von	Frischertrag vom Gefäss			Ertrag an Trockenmasse vom Gefäss			In der Trockenmasse N	N-Aufnahme pro Gefäss	N-Aufnahme aus d. Sonderdüngung	Dünger-Ausnutzung
		mindester g	höchster g	im Mittel g	mindester g	höchster g	im Mittel g	%	g	g	%
1	Ohne N . . .	119	128	123	14,4	16,4	15,2 ± 0,35	2,06	0,313	—	—
2	Kalkstickstoff 1	191	212	202	27,4	29,3	28,6 ± 0,29	1,97	0,563	0,250	50,0
3	„ 2	183	191	186	24,5	26,1	25,3 ± 0,18	2,07	0,524	0,211	42,2
4	„ 3	190	218	200	26,4	28,5	27,0 ± 0,27	2,01	0,543	0,230	46,0
5	Ammonsulfat .	215	234	222	28,8	30,5	29,6 ± 0,24	2,19	0,648	0,337	67,4

Überraschenderweise hat demnach der Kalkstickstoff 1 mit dem höchsten Gehalt an Dicyandiamid, von dem auf das Gefäss allerdings nur 0,044 g N entfallen, am besten gewirkt, während der annähernd dicyandiamidfreie Kalkstickstoff 2 im Rohertrage wie in der Ausnutzbarkeit des Stickstoffs am ungünstigsten abschneidet und 3 im Gehalt an Dicyandiamid wie in seiner Wirkung eine Mittelstellung einnimmt. In keinem Falle wurde die

Wirkung des Ammonsulfats erreicht. Setzt man dessen Ausnutzung = 100, so beträgt die von Kalkstickstoff 1 rund 74 %, von 2 63 % und von 3 68 %. Ob das Ergebnis dieses Versuches, bei dem allerdings nur Kalkstickstoffe mit verhältnismässig niedrigem Gehalt an Dicyandiamid Verwendung fanden, nur für die gewählte Versuchspflanze und die vorliegenden Versuchsbedingungen zutrifft, mag dahingestellt bleiben. Dass sich weisser Senf dem Dicyandiamid gegenüber mindestens bei der Keimung anders verhält als beispielsweise Gerste, zeigen die Versuche STUTZERS[1]), der bei letzterer durch diesen Körper eine deutliche Schädigung nachwies, während die Keimung von Senf kaum beeinflusst wurde.

Versuch 2.

1919 wurden für den Vegetationsversuch 3 Kalkstickstoffe herangezogen, deren Gehalt an Dicyandiamid wesentlich grössere Unterschiede aufwies und erheblich höher war als der im Vorjahre benutzten. Die Zusammensetzung der verwendeten Dünger ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Bezeichnung	Gesamt-N %	Dicyandiamid-N %	Anteil des Dicyandiamid-N vom Gesamt-N %
Kalkstickstoff 1	18,12	0,04	0,2
„ 2	13,78	3,87	28,1
„ 3	12,50	8,36	66,9

Der Versuch wurde gleichfalls in Tongefässen durchgeführt, die mit lehmigem Sand des Rheintaldiluviums von Vilich beschickt wurden. In natürlichem Zustand reagierte dieser gegen Lackmus schwach sauer, während sein Kalkwert, bestimmt aus dem zur Neutralisation erforderlichen Verbrauch an Schwefelsäure 0,16 % betrug. Vor der Verwendung erhielt er pro Gefäss einen Zusatz von je 14 *g* CaO in Form von $CaCO_3$, wodurch sich sein Kalkwert auf 0,27 % erhöhte. Als Grunddüngung erhielt das Gefäss ausserdem 4,5 *g* Kali in Form von KCl in 5 Gaben, ebenso 2,7 *g* Phosphorsäure als Superphosphat und 0,5 *g* Stickstoff in 2 Gaben als Ammonnitrat. Die Versuchsanordnung ergibt sich aus nachstehender Übersicht.

Art der Düngung	Reihe Nr.	Stickstoffgabe pro Gefäss *g* N	Reihe Nr.	Stickstoffgabe pro Gefäss *g* N
Ohne Stickstoff	1	—		
Kalkstickstoff 1	2	0,5	5	1,0
„ 2	3	0,5	6	1,0
„ 3	4	0,5	7	1,0

[1]) A. STUTZER, F. REIS und J. SÖLL, Neuere Beobachtungen über die Wirkung und die Eigenschaften von Kalkstickstoff. Fühlings landw. Zeitung 1910, S. 413.

Reihe 1 enthielt 7, die übrigen 5 Gefässe. Bestellt wurde am 27. März mit Petkuser Gelbhafer. Der Auflauf begann den 7. April und zwar waren an diesem Tage bei Reihe 1, 4 und 7 die Spitzen der meisten Pflanzen eben durchgebrochen, Reihe 3 blieb scheinbar etwas zurück, während bei 6 die Zahl der aufgelaufenen Pflanzen gering war. Auf den Gefässen der Reihe 2 sind sie nur ganz vereinzelt erschienen und bei 5 gänzlich ausgeblieben. Am 8. waren die Pflanzen der Reihen 1, 3, 4, 6 und 7 fast durchweg sichtbar, doch blieben 3 und 6 etwas zurück. Deutlich rückständig war 2 und bei 5 war noch nichts aufgelaufen. Auch am 9. ist die Rückständigkeit der Reihe 2 erheblich, bei 5 sind auf 3 Gefässen keine, auf den beiden anderen 2 und 5 Pflanzen aufgelaufen. Abbildung 93 gibt den Zustand der Reihen 1, 5—7 am 11. März wieder. Bis zum 14. März war in dieser Reihe nach und nach die Mehrzahl der Pflanzen erschienen, doch blieb auf 2 Gefässen reichlich die Hälfte aus. Die Fehlstellen wurden nun nachgepflanzt, worauf die weitere Entwicklung mit entsprechender

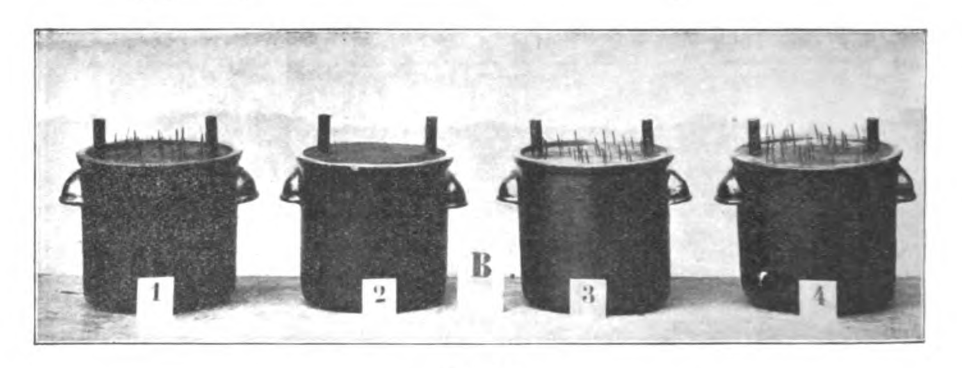


Abb. 93.

1. Ohne Stickstoff.
2. 1,0 *g* Stickstoff als Kalkstickstoff 1.
3. 1,0 *g* Stickstoff als Kalkstickstoff 2.
4. 1,0 „ „ „ „ 3.

Verzögerung störungslos erfolgte. Am gleichen Tage begannen die Blattspitzen der Pflanzen von Reihe 7 und in geringerem Grade die von 4 die des öfteren beschriebene Weissfärbung zu zeigen, am 16. war diese auch bei 6 und vereinzelt bei 3 wahrnehmbar. Im Verlaufe der Entwicklung trat ein Absterben der Blattenden ein, dass sich bei Reihe 3 auf die äussersten Spitzen beschränkte, während es bei 7 am stärksten auftrat und hier bei den ältesten Blättern sich bis zur Hälfte und selbst darüber hinaus erstreckte, während die jüngeren weniger litten.

Bei Beginn der Reife wurden die Gefässe zum Schutze gegen Vogelfrass im Vegetationshause belassen, dessen eine Türe des Temperaturausgleichs wegen geöffnet blieb. Dadurch war es möglich, dass trotz dieser Vorsichtsmassregel Sperlinge über den Versuch gerieten und vor allem die der Tür zunächst stehenden Gefässe der Reihen 2—4 nicht unerheblich schädigten. Da das Versuchsergebnis hierdurch wesentlich beeinträchtigt wurde, ist für diese Reihen von der Wiedergabe abgesehen worden.

Kurz nach dieser Schädigung, am 14. Juli, erfolgte die erste Ernte bei beginnender Milchreife und zwar erstreckte sie sich auf je 3 Gefässe

von jeder Reihe, die wahrnehmbar durch Vogelfrass gelitten hatten. Das Ergebnis ist in nachstehender Übersicht enthalten:

Reihe Nr.	Sonderdüngung pro Gefäss	Ertrag im Mittel pro Gefäss		In der Trockenmasse N	N-Aufnahme pro Gefäss	N-Aufnahme aus der Sonderdüngung	Dünger-ausnutzung
		frisch	Trockenmasse				
		g	g	%	g	g	%
1	Ohne N	261	68,5 ± 2,2	0,969	0,664	—	—
5	1,0 g N als Kalkstickst. 1	420	118,6 ± 3,9	0,983	1,166	0,502	50,2
6	1,0 „ „ „ „ 2	354	106,9 ± 2,9	1,027	1,098	0,434	43,4
7	1,0 „ „ „ „ 3	307	89,5 ± 1,3	1,086	0,972	0,308	30,8

Der Rest der Gefässe, der unbeschädigt geblieben war, 4 von der ersten, je 2 von den übrigen Reihen, blieben bis zur völligen Gelbreife stehen und wurden am 4. August beerntet. Nachfolgende Übersicht bringt das Ergebnis.

Reihe Nr.	Ertrag vom Gefäss im Mittel an Trockenmasse		In der Trockenmasse N		N-Aufnahme pro Gefäss		N-Aufnahme pro Gefäss	N-Aufnahme a. d. Sonderdüngung	Dünger-ausnutzung
	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh			
	g	g	%	%	g	g	g	g	%
1	27,4 ± 0,6	41,0 ± 0,6	1,760	0,436	0,482	0,179	0,661	—	—
5	54,6 ± 0,8	71,6 ± 1,6	1,880	0,370	1,026	0,265	1,291	0,630	63,0
6	50,8 ± 0,9	64,6 ± 0,2	1,825	0,456	0,927	0,295	1,222	0,561	56,1
7	36,4 ± 0,4	55,3 ± 0,1	1,864	0,629	0,678	0,348	1,026	0,365	36,5

Vergleicht man die Mengen der vom Gefäss erhaltenen Erträge an Trockenmasse der beiden Ernten, die bei der zweiten eine sehr gute Übereinstimmung aufweisen, so wird es sehr wahrscheinlich, dass bei Reihe 1 Verluste nicht eingetreten sind, da hier sowohl Trockenmasse wie Stickstoffaufnahme sich vollkommen decken. Dagegen werden jedenfalls solche bei Reihe 5 und 6 der ersten Ernte in nennenswertem, bei Reihe 7 in geringerem Grade eingetreten sein. Ist daher das Ergebnis der Vorernte nur mit Einschränkungen brauchbar, so bildet es doch eine gute Ergänzung zu der Ernte der unbeschädigten Pflanzen bei Vollreife.

Die Ergebnisse dieses Versuches stimmen durchaus mit denen überein, welche PFEIFFER und SIMMERMACHER bei ihren Arbeiten mit Kalkstickstoff von verschiedenem Dicyandiamidgehalt bei Verwendung einer ähnlichen Bodenmischung erhielten.[1] [2] Sie lassen sich in folgende Sätze zusammen-

[1]) Fühlings landw. Zeitung 1916, S. 207.

[2]) Landw. Versuchs-Stationen 1917, S. 415.

fassen: Unzersetzter Kalkstickstoff bewirkt bei Hafer, wenn die Bestellung unmittelbar der Düngung folgt, namentlich bei grösseren Gaben, eine starke Keimschädigung. Bei altem, durch den Wasserdampf der Luft verändertem ist die Schädigung um so geringer, je weiter die Zersetzung und Dicyandiamidbildung fortgeschritten ist. Dicyandiamid übt demnach einen wesentlich nachteiligen Einfluss auf die Keimung nicht aus. Bei der weiteren Entwicklung des Hafers wirkt dagegen das Dicyandiamid sehr ungünstig auf diesen ein, während eine Beeinträchtigung durch frischen Kalkstickstoff nicht wahrnehmbar ist. Die Schädigung nimmt zu mit steigender Gabe. Sie macht sich zunächst bemerkbar durch Weissfärbung der Blattenden, der bei höheren Gaben ein Absterben grösserer Blattteile von der Spitze aus folgt. Der Gesamtertrag wird erheblich vermindert. Er sinkt mit steigenden Gaben, während gleichzeitig der Prozentgehalt der Gesamttrockenmasse an Stickstoff zunimmt. In noch höherem Maſse als der Gesamtertrag nimmt der Ertrag an Körnern ab, deren N-Gehalt indessen keine wesentlichen Unterschiede aufweist. Im Stroh findet mit steigenden Dicyandiamidgaben eine stark zunehmende, nutzlose Anhäufung von Stickstoff statt. Der Dicyandiamidstickstoff wird demnach vom Hafer aufgenommen, doch wird er, wie auch die Untersuchungen PFEIFFERS gezeigt haben, in Blättern und Stengeln aufgespeichert, ohne dass er zur Eiweissbildung tauglich ist. Auch bei den Versuchen von POPP[1]) ergeben sich ähnliche Verhältnisse. Die Gesamtaufnahme des Stickstoffs aus dem Kalkstickstoff sinkt ganz bedeutend mit dessen Gehalt an Dicyandiamid, seine nutzbare Verwertung durch die Pflanze fällt, wie sich aus der Anhäufung im Stroh ergiebt, in noch stärkerem Maſse als die Gesamtaufnahme. Auch dieser Versuch bestätigt, dass ein erheblicher Gehalt des Kalkstickstoffs an Dicyandiamid den Wert dieses Düngemittels wesentlich herabsetzt.

---

[1]) Mitteilungen der D. L.-G. 1917, 32, S. 776.

Das Fliegerbild im Dienste der Landwirtschaft.

Von

Regierungsbaumeister **Ewald,**
Oberlehrer an der Preussischen Baugewerkschule in Neukölln.

(Hierzu Tafel VIII—XI.)

I. Entwicklung und Bedeutung der Flugzeugphotographie im Kriege.

Durch die Luftfernphotographie ist uns in der Aufnahme vom Ballon aus oder vom Flugzeug aus ein neues Hilfsmittel für die Erdbeschreibung und die Klarlegung der Bodenbedeckung gegeben. Die photochemischen und photomechanischen Grundlagen für diese Darstellungsweisen sind bereits längere Zeit vor dem Kriege gewonnen worden, eine praktische Verwertung im grösseren Umfange wurde jedoch nicht durchgeführt, einfach aus dem Grunde, weil man die Aufgaben und Anwendungsmöglichkeiten nicht übersah. Durch den Krieg erfuhr das Flugbildwesen einen gewaltigen Aufschwung. Wenn am Anfang bei dem grossen Vormarsch in Belgien und Frankreich die militärische Aufklärung in Unterstützung des Patrouillendienstes und der Kavallerie durch die Fliegerverbände mittels Augenerkundung der Beobachter durchgeführt wurde, so reichte dieses Verfahren mit dem beginnenden und fortfahrenden Stellungskrieg nicht mehr aus. Die Befestigungsanlagen des Gegners nahmen zu grosse Ausdehnung und Umfang an, der Einbau der Kampfmittel im einzelnen wurde so geschickt gegen Fliegersicht gedeckt, Veränderungen in den Anlagen — Neubauten und Abbrüche — wurden so verschleiert und geschahen andererseits so zahlreich, dass es zur Unmöglichkeit wurde, dieses vom Flugzeug aus zu erkennen und einwandfrei durch Kartenskizzen zu melden. Ein neues Hilfsmittel für die Aufklärung ergab sich in der Flugzeugphotographie, die mechanisch in absoluter Genauigkeit ein Bild von der Landschaft zeichnete und damit alle menschlichen Irrungen und Täuschungen von selbst ausschloss. Durch die Bearbeitung der Fliegerbilder „die Auswertung" stellte sich ihre Bedeutung für die Truppenführung und Truppe immer mehr heraus. Sie dienten zur Klarlegung der feindlichen Stellungen nach ihrem allgemeinen Verlauf sowie nach der Aufstellung und dem Einbau der besonderen Kampfmittel, sie dienten weiter zur Überwachung der Bautätigkeit des Gegners, da sie bei Überprüfung mit älteren Aufnahmen jede Veränderung zeigten. In gleicher Weise wurden sie aber auch zur Klarlegung der Geländeverhältnisse im feindlichen Gebiet verwendet, sowohl allgemein bei der Entscheidung der Frage, ob die Ausführung eines Angriffes möglich war, oder ob

und welche Hindernisse durch künstliche Überschwemmung des Geländes infolge Anstauung oder Deichbrüchen und Schleusenöffnung, durch die Trichterfelder im vordersten Kampfgebiete und durch Zerstörung der Verkehrswege bestanden. Und ebenso wurden die Fliegerbilder von der Truppe benutzt zum Zurechtfinden im Gelände bei Vorstössen und Erkundungsgängen. Denn die Aufnahmen gaben die Landschaft mit allen Einzelheiten wieder und zeigten die Hindernisse durch Wasserläufe, wie die Deckung gewährenden Stellen, Hecken, verlassene Gräben, Granattrichter. Eine weitere, selbstverständliche Folge war, dass die Feststellungen aus den Fliegerbildern verwertet wurden für die Anfertigung von Plänen. Durch die Vermessungsabteilungen wurden die feindlichen Befestigungsanlagen auf Grund der Fliegerbilder in Stellungskarten eingetragen. Und gleichzeitig wurde hierbei das vorgefundene Kartenmaterial durchgearbeitet und im Hinblick auf die Einzelheiten ergänzt und berichtigt. Besonders leisteten die Flugzeugaufnahmen für die Herstellung von Plänen im grossen Maſsstabe wertvolle Dienste und wurden in Gegenden, deren Karten den Ansprüchen einer vollgültigen Landesvermessung nicht entsprachen, zur Neuanfertigung herangezogen. Aus allem ergab sich: Das Fliegerbild war zum Orientierungsmittel im Gelände geworden, es war als neues Hilfsmittel der Erdbeschreibung und Darstellung erkannt.

II. Fliegerbild und Karte in Gegenüberstellung.

Es seien kurz Karte und Fliegeraufnahme in ihrer Bedeutung einander gegenüber gestellt. Beide geben zwei verschiedene Möglichkeiten der Veranschaulichung der Erdoberfläche. Jede von ihnen hat ihre besonderen Werte und Vorteile. Sie schliessen einander nicht aus, sondern sie ergänzen sich. Die Karte und der Katasterplan haben den Wert der Genauigkeit und Übersichtlichkeit, das Fliegerbild den Wert der Anschaulichkeit und Lebendigkeit. Das Gelände wird mit allen Einzelheiten — Gehölz, Buschwerk, Hecken, kleinen Wasserläufen und Feldwegen — in aller Genauigkeit wiedergegeben, wie dieses bei einer Karte und auch bei dem grossmaſsstäblichen Plane mit ihren schematischen Signaturen nicht möglich ist. Das Fliegerbild zeigt, je nach der Zeit der Aufnahme, das Gelände mit all den Unterschieden, die Jahreszeiten oder klimatische Verhältnisse mit sich bringen, die Karte kann nur einen bestimmten Zustand wiedergeben. Ebenso zeigt das Fliegerbild den wirklichen Zustand des Geländes mit allen Veränderungen, Neubauten und Abbrüchen, die Karte veraltet im Augenblick der Fertigstellung. Nachträge werden nicht immer mit der erforderlichen Regelmässigkeit und Sorgsamkeit ausgeführt. Im unwegsamen oder schwer zugänglichen Gelände gestaltet sich die Vermessung schwierig. Mit Hilfe des Flugzeuges ist beim Überfliegen durch eine lückenlose Aufnahme leicht ein Übersichtsbild über das Gebiet zu gewinnen. Endlich gestattet das Flugbild eine rasche Herstellung. Es wird überall da angewendet werden, wo mit Rücksicht auf die Schnelligkeit die Genauigkeit zurückgestellt werden muss, wie z. B. bei Katastrophen, Überschwemmungen usw.

III. Die technischen Hilfsmittel der Flugzeugphotographie.

Die technische Ausführung der Flugzeugphotographie sei gleichfalls kurz gestreift. Wir haben zu unterscheiden zwischen schrägen und senkrechten Aufnahmen. Jene geben uns anschauliche Übersichtsbilder, die gerade für die Zwecke des Friedens Bedeutung haben werden. Sie geben die Landschaft besonders anschaulich wieder, da sie sie uns in ihren räumlichen Abstufungen und die Einzelheiten in ihren Ansichtsflächen in der Weise zeigt, wie wir es etwa beim Blick von einem erhöhten Punkt gewöhnt sind. Sie haben den Nachteil, dass die Fernen verschwimmen, und dass die Einzelheiten nicht mehr deutlich erkannt werden können. Die senkrechten Aufnahmen geben nur ein begrenztes Geländefeld wieder, dieses aber in mafsstabgerechter Auszeichnung und stets in möglichster Grösse und Schärfe. Da wir das Gelände in der Draufsicht, in der Horizontalprojektion, sehen, können wir das Bild wie eine Karte benutzen. Aus der Brennweite und Aufnahmehöhe lässt sich ohne weiteres der Mafsstab des Bildes bestimmen (Brennweite in Zentimeter dividiert durch Höhe in Zentimeter ergibt die Verhältniszahl des Mafsstabes). Und es lässt sich erkennen, dass wir durch Verwendung verschiedener Aufnahmekammern und durch Einhaltung von bestimmten Flughöhen jeden beliebigen Mafsstab erhalten können. Dasselbe können wir erreichen durch Vergrösserung der Originalaufnahmen. Auf diese Weise können wir bewirken, da sämtliche Bilder unter einander mafshaltig sind, dass die Einzelaufnahmen aneinandergereiht werden zu photographischen Übersichskarten, die nun von beliebig grossen Gebieten ausgeführt werden können.

Zu erwähnen bleibt noch das wichtige Hilfsmittel der stereoskopischen Betrachtung. Die Anschaulichkeit des Fliegerbildes wird durch eine räumliche Erscheinung noch bedeutend erhöht, und für zahlreiche Zwecke wird die Erkennung der Geländeunterschiede doch auch zur Bedingung. Diese Forderung kann durch die Flugzeugphotographie leicht erfüllt werden. Wir brauchen nur den Vorgang des natürlichen Sehens zu wiederholen, dass wir einen Gegenstand mit dem rechten und dem linken Auge in zwei verschiedenen Bildern, d. h. unter einer perspektivischen Bildverschiedenheit sehen, die sich aus unserem Augenabstand von rund 7 *cm* ergibt. Bei den grossen Entfernungen, die sich aus den Flughöhen ergeben, ist der Abstand zwischen den beiden Aufnahmepunkten entsprechend weiter zu nehmen. Durch die Praxis hat sich eine Basis von etwa $^1/_{10}$ der Höhe als zweckmässig ergeben, d. h. bei 3000 *m* Höhe etwa 300 *m* Abstand. Dieses ist nur durch Ausnutzung der Fortbewegung des Flugzeuges zu erreichen, indem man hintereinander zwei Aufnahmen macht, die sich teilweise überdecken und dabei dasselbe Gelände nur unter einer perspektivischen Bildverschiedenheit wiedergeben. Die identischen Teile der beiden Aufnahmen werden ausgeschnitten und nebeneinander geklebt in der Weise, dass zwei entsprechende Punkte nicht mehr als 7 *cm* voneinander entfernt liegen (gemäss unserm Augenabstand) und durch ein Ste-

reoskop betrachtet. Der erste Eindruck, wie mit einem Male sämtliche Gegenstände und vor allem die Geländeformationen räumlich hervortreten. ist gegenüber der flächenhaften Einzelaufnahme überraschend. Bei einer planmässigen Verwendung der Flugzeugphotographie wird auch die stereoskopische Untersuchung ein unentbehrliches Hilfsmittel sein.

IV. Anwendungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft.

1. Gewinnung eines anschaulichen Bildes von einem Gebiet.

Die nächstliegende Aufgabe der Flugzeugphotographie ist, von einem Gelände ein anschauliches Übersichtsbild zu gewinnen. Das Fliegerbild ist, wie jede photographische Aufnahme, Wiedergabe der Wirklichkeit und damit ein Mittel der Veranschaulichung. Es gibt die Landschaft in ihrer Eigenheit wieder. Es zeigt uns im Niederungsgebiet Ödland, Brachland und Sumpfflächen in ihrem Verhältnis zum Kulturland ebenso im Gebirge steinige Flächen neben Weiden und Wiesen. Es zeigt uns weiter Waldungen, Abholzungen und Aufforstungen, Rodungen und bestellte Äcker. Wir sehen die Wasserläufe und die stehenden Gewässer mit der Art und dem Umpfang des Pflanzenbestandes am Ufer. Wir sehen endlich die Fluraufteilung einer ganzen Gemarkung und die Einzelheiten, die trennenden Begrenzungen, Hecken, Baumreihen, Gräben, die Verkehrsstrassen und Wege, mit den Kulturbauten und Siedlungen der Menschen. Derartige Übersichtsbilder, sowohl in den Schrägaufnahmen wie in den Zusammenstellungen photographischer Übersichtskarten ganzer Gebiete, können für verschiedene Zwecke ausgenützt werden.

2. Aufstellungen von Plänen.

Das zweite Verwendungsgebiet des Fliegerbildes ist die Vermessung. Die Fehlerquellen, die der Flugzeugphotographie anhaften durch Verzeichnung des Objektives, Plattenschicht, Verzerrung bei der photographischen Behandlung usw., gestatten vorläufig noch nicht einen vollgültigen Ersatz der Erdvermessung, wohl aber eine sehr wertvolle Unterstützung. Für die Darstellung des Geländes im grossen Mafsstabe bedienen wir uns der Katasterkarten. Sie haben den Nachteil, dass sie trotz der grossen Auszeichnungen die Einzelheiten nicht genau wiedergeben, dass regelmässige Nachträge und Berichtigungen nicht immer vorgenommen werden, endlich, dass sie Unstimmigkeiten enthalten, die beim Zusammenzeichnen, besonders an den Gemeindegrenzen, störend sich zeigen. Für ein trigonometrisches Punktnetz aber, wie es in den Messtischblättern der Landesaufnahme enthalten ist, können die Fliegerbilder ohne weiteres als Füllmaterial herangezogen und dadurch ein genauer Grundplan mit allen Einzelheiten aufgestellt werden.

Als Hilfsmittel der Veranschaulichung und der Vermessung kann das Fliegerbild für die Lösung praktischer Aufgaben verwendet werden, und es seien im folgenden einige Möglichkeiten angedeutet.

3. Beispiele für die Verwertung.

Zu jeder Veränderung im Gelände durch Ausführung einer Kulturanlage oder eines Bauwerks bedürfen wir als Unterlage eines Grundplans. Dieser muss vermessungstechnisch genau die Linien der Landschaft wiedergeben, er muss die Geländeunterschiede durch Eintragung der Schichtlinien erkennen lassen, er muss aber auch für viele Zwecke, besonders auch für die landwirtschaftlichen, gartenkünstlerischen und siedlungstechnischen Arbeiten die charakteristischen Eigenheiten einer Landschaft zeigen. Durch eine derartige Unterlage wird eine sowohl zweckmässige wie schönheitliche Lösung der Aufgaben — diese beiden Ziele gehen ja in den meisten Fällen Hand in Hand — wesentlich erleichtert werden. Aus den vorstehenden Ausführungen ergibt sich, wie Fliegerbild und Karte hierbei sich gegenseitig unterstützen können. Das Fliegerbild zeigt in anschaulicher Weise die vorliegenden Verhältnisse in Bodenausnutzung und Pflanzenbedeckung eines Geländestückes. Es gibt damit die Grundlage für die Bewirtschaftung eines Landes und für die Neuausführung von landwirtschaftlichen Arbeiten. Es kommen in Betracht die Anlagen von Weiden und Wiesen und Ackerbestellung oder in der Forstwirtschaft die Ausführungen von Aufforstungen und Abholzungen und Rodungen. Die vorliegenden Verhältnisse, die uns ja durch die Begehung bei der Bewirtschaftung bekannt sind, sehen wir im Bilde noch einmal in übersichtlicher Darstellung. Wünschenswerte Neuarbeiten und Änderungen lassen sich an der Hand des photographischen Übersichtsplanes sofort entwerfen, wobei die im Bilde lebendig uns gezeigten Linien und Grenzen in der Landschaft Richtung gebend für die Ausführung unseres Vorhabens sein werden. Nehmen wir dieses für die besonderen Aufgaben der Gartenkunst, der Anlage von Hainen, Gärten und Parks. Notwendig ist die Auswahl des Geländes, die Bestimmung geeigneter Grenzen, die sich aus dem Fliegerbild ohne weiteres ergeben. Erforderlich ist aber auch weiter eine Wertung sämtlicher sichtbarer Eigentümlichkeiten, wie vorhandener Hügel oder Bergkuppen, stehender oder fliessender Gewässer oder auch kleiner Baumgruppen, Buschwerks und Hecken. Wir haben uns bei der Neugestaltung derartiger Arbeiten daran gewöhnt, diese vorhandenen Besonderheiten der Landschaft nicht zu vernichten, sondern im Gegenteil zu benutzen. Wir werden versuchen, sämtliche Vor- und Nachteile des Geländes zu werten und zunutze zu machen, eine organische Eingliederung in die Umgebung zu erreichen, ja auch unter Umständen entferntliegende Natur- oder sonstige Schönheiten und Werte in die Gartenwirkung hineinzubeziehen. Und wir erreichen dadurch, dass wir besonders charakteristische, „bodenständige“ Anlagen schaffen. Alles dieses gilt naturgemäss mehr für ausgedehnte als für räumlich beschränkte, kleinere Anlagen, obgleich auch diese, da sie auch ein Teil eines Geländes sind und in dieses sich organisch einpassen müssen, Nutzen aus dem Fliegerbild schöpfen können. Bei der weiteren Durcharbeitung kann die Luftaufnahme herangezogen werden für die Klarlegung von Besonnung und Beschattung vornehmlich bei umfangreichen Kronenbäumen, was sowohl für ästhetische

Wirkungen, wie für die Ausführung der Unterpflanzung von Wert sein kann. Endlich lässt sich nach Vollendung der Arbeiten die Gesamtanlage durch ein anschauliches Fliegerbild in ihrer Wirkung überprüfen.

Umfassende Bedeutung hat das Fliegerbild für das Siedlungswesen. Durch die Not unserer Zeit sind wir gezwungen, der Wohnungsfrage, der Schaffung von Heimstätten und Kleinsiedlungen allerernsteste Aufmerksamkeit zu schenken. Wir müssen für die Kriegsteilnehmer und Kriegsbeschädigten Arbeitsgelegenheit, für die Übervölkerung unserer Industrie- und Grossstädte Wohnungen schaffen. Die erhöhte Ausnutzung der uns nach dem Friedensvertrage noch verbleibenden Kohlenbergwerke zwingt uns zur Anlage grosser Siedlungen, zur Unterbringung für die hierfür notwendigen Arbeiterfamilien. Der Gedanke muss hierbei leiten, dass eine gesunde Wohnung die Grundlage ist für ein gesundes Volk, und dass der Besitz eines eigenen Stückchen Landes auch die Wurzeln für Heimatsinn und Vaterlandsliebe und ein Gegenmittel gegen die gleichförmige Fabrikarbeit mit ihren schädlichen Einwirkungen ist. Diese Aufgaben reichen weit in das Gebiet des Bauwesens hinein. Und es sei hier nur kurz angedeutet, dass das Fliegerbild sowohl für die Aufstellung des Grundplanes in Ergänzung und Berichtigung der vorhandenen kartenmässigen Unterlagen dienen kann, wie für eine zweckmässige Aufteilung der Flurstücke und die praktische Anordnung der Gebäude. Auch hier wird wieder erreicht werden. dass wir heimatliche Siedlungen schaffen, die sich ihrer Umgebung einfügen. Und da wir durch die Not gezwungen sind, auf jeden besonderen Aufwand zu verzichten, haben wir in dieser bodenständigen Gestaltung ein Hauptmittel, charakteristische und behagliche Anlagen zu schaffen, die den Vergleich mit den Schöpfungen unserer Vorfahren in Dorf und Stadt auszuhalten vermögen. Und dieses kann für unser ganzes Bauwesen von Vorteil sein.

Dasselbe gilt für die Ausführung von Verkehrswegen aller Art, für die grossen durchlaufenden Strassen, Kanäle und Eisenbahnen des Ingenieurbaus, aber auch für die kleinen Verbindungswege von Hof zu Hof. Das Fliegerbild gibt uns für die Planung wieder die Geländeformation und andere natürliche Vorbedingungen und veranlasst uns zu deren sorgfältigen Berücksichtigung und zur Einfügung der Neuanlage in die Umgebung. Gilt es nun, auf dem Lande in einem grösseren Betriebe kleine Feldwege anzulegen, Feldbahnen zu bauen, Wasserläufe zu regulieren, Gräben oder Entwässerungskanäle auszuführen, so gibt uns das Fliegerbild hierfür nützliche Unterlagen durch die Klarlegung der vorliegenden Bodenverhältnisse und der vorhandenen Zustände, die für eine zweckmässige Lösung benutzt werden können.

Die Aufnahmen, die für derartige Zwecke gefertigt werden, geben gleichzeitig einen Überblick über die Besitzgrenzen der einzelnen Grundstücke. Diese stehen besonders in unwegsamen Gegenden, wie z. B. im Gebirge, keineswegs fest. Teilungen und Neugründungen von Gemeinden und Ämtern verwischten noch mehr die Besitzverhältnisse, und irrige Eintragungen von Besitz-, Plan- und Hausnummer waren die Folge. Die Flieger-

bilder geben nun aber das anschaulichste Bild von der Wirklichkeit, und auf dieser Grundlage ist es ohne weiteres möglich, den genauen Grenzverlauf festzustellen. Durch Einzeichnung dieser Grenzen in die Originalfliegerbilder oder Luftbildkarten und durch unterschriftliche Anerkennung können Rechtsdokumente für die Grundbuchakten geschaffen werden. Auch bei einem Besitzwechsel, der Veräusserung durch Verkauf, dem Zusammenlegen oder der Neuaufteilung von Gütern erleichtern die Fliegerbilder die Durchführung der Arbeit. Sie zeigen die Beschaffenheit des Geländes und die natürlichen Begrenzungslinien, die als Grundlage für die neu zu schaffende Gestaltung genommen werden können.

4. Aufnahmen im unwegsamen Gelände.

Wesentliche Aufgaben erwachsen dem Flugbildwesen in der Aufnahme vom unwegsamen oder schwer zugänglichen Gelände, das der örtlichen Vermessung besondere Hindernisse entgegenstellt. Es gilt dieses für Ödländereien, für Sumpfgebiete und für Gebirgsflächen, wie es schon oben angedeutet worden ist. Das Fliegerbild gibt hier eine Klarlegung der sumpfigen und trockenen Flächen, des Kulturlandes, des zum Anbau geeigneten und noch zu kultivierenden Geländes. Es kann somit ganz allgemein in den Dienst der Innenkolonisation und der Siedlungspolitik gestellt werden. Es gibt ferner die Grundlagen für die Ausführung von Meliorationsarbeiten, es kann direkt verwendet werden für die Planung nnd Ausführung von Entwässerungs- und Dränageplänen in Anlehnung an Wasserläufe und an Flüsse.

Diese Arbeiten weisen bereits in das volkswirtschaftliche Gebiet. Erwähnt seien in diesem Zusammenhang Aufnahmen im Küstengebiet und Wattenmeer zur Feststellung von Muschelbänken für die Volksernährung und Gewinnung von Düngungsmitteln. Die Lage der Muschelbänke ist wohl im allgemeinen bekannt. Um einen vollkommenen Überblick zu schaffen, ist Besuch an Ort und Stelle und Vermessungsarbeiten erforderlich, dem sich aber durch die weite Ausdehnung und durch die Durchsetzung des Geländes mit Wasserläufen und Flächen bedeutende Schwierigkeiten entgegenstellen. Die Flugzeugphotographie gibt uns die Möglichkeit, durch Schrägaufnahmen einen allgemeinen Überblick zu schaffen von dem Umfang und der Lage der Muschelbänke von der holländischen bis zur dänischen Grenze. Senkrechte Reihenaufnahmen geben die genaue Ausdehnung der verschiedenen Bänke, durch Aufnahmen in grösserem Mafsstabe ist eine Überprüfung auf Bestellung der einzelnen Bänke möglich.

5. Aufnahmen von bestimmten Zuständen der Erdoberfläche.

Das Flugzeug gestattet uns, durch seine Schnelligkeit und Beweglichkeit rasch ein Gebiet zu überfliegen und mit Hilfe der photographischen Kammer lückenlos mit Aufnahmen zu decken. Dieser Vorteil kann für verschiedene Zwecke für die Landwirtschaft ausgenutzt werden. Bei Katastrophen, bei Überschwemmungen durch das Hochwasser eines Flusses kommt es darauf an, schnell einen genauen Überblick über die Ausdehnung

der betroffenen Fläche zur Vornahme der erforderlichen Ausbesserungsarbeiten und ferner ein Bild zur Feststellung des angerichteten Schadens zu gewinnen. Eine Vermessungstätigkeit arbeitet hier zu langsam. Die Flugzeugphotographie gibt schnell das notwendige Material, das durch häusliche Arbeit kartographisch ausgewertet werden kann und damit die Grundlage für die erforderlichen Arbeiten gibt. Aufnahmen von Ackerfeldern nach Unwettern und Hagelschlag oder von baulichen Anlagen nach Feuersbrünsten zeigen den angerichteten Schaden übersichtlicher und z. T. genauer als örtliche Begehungen. Sie geben ein naturwahres Bild von dem vorliegenden Zustande, das auch in späterer Zeit nachgeprüft werden kann. Wir haben damit rechtliche Dokumente gewonnen, gegen deren Wiedergabe der Wirklickeit ein Einwand nicht erhoben werden kann. In ähnlicher Weise können durch Aufnahmen im grösseren Maſsstabe Unterlagen gewonnen werden für die Aufstellung von Erntestatistiken, die als Ergänzung zu den Schätzungen herangezogen werden können. Oder aber es kann an Fliegerbildern von Versuchsfeldern der Erfolg der künstlichen Düngung gezeigt werden im Gegensatz zu ungedüngten Feldern.

6. Planmässige Aufnahmen für die Bewirtschaftung eines Geländes und für wissenschaftliche Zwecke.

Durch planmässige Aufnahmen zu bestimmten Zeiten oder durch regelmässige Wiederholungen unter den gleichen Verhältnissen werden wertvolle Anhaltspunkte für die Bewirtschafung eines Landes gewonnen. Erwähnt waren bereits die Fliegerbilder von Überschwemmungen. Systematisch wiederholte Aufnahmen von Überflutungen eines Geländes geben die Unterlagen für die Bestimmung von Hochwasserlinien. Auch hier kann die Vermessungstätigkeit nicht den gleichen gewünschten Erfolg bringen; das Wasser wird längst vor Vollendung der Arbeiten sich wieder verlaufen haben. Das Gleiche gilt von der Festlegung der Schneegrenzen im Gebirge, die durch regelmässige Aufnahmen der Schneeflächen erhalten werden können. Endlich können durch Winteraufnahmen im Gebirge Schlüsse auf die Hauptwindrichtung gezogen werden. Der Wind bläst die Felder vom Schnee frei und diese Flächen erscheinen im Bilde dunkel. Alle diese Aufnahmen lassen die für den Anbau vornehmlich geeigneten Flurstücke erkennen und geben damit wertvolles Material für die Ausführung verschiedener landwirtschaftlicher Arbeiten.

Fliegerbilder von Kultivierungsarbeiten, die auf eine längere Zeit verteilt sind, zeigen die Entwicklung vom Ödland zum Kulturland. Für wissenschaftliche, auch geographische Zwecke werden hierdurch Belege gewonnen. Das gleiche gilt für das Hineinwachsen von bebauten Flächen in das umgebende Brachland, für die Ausbreitung von Siedlungen, die Vergrösserung einzelner Betriebe usw. Jedes einzelne Stadium der Entwicklung lässt sich durch Flugzeugaufnahme festhalten, die ein urkundliches Material für spätere Studien und Forschungen darstellt. In der Fischereiwirtschaft und Wissenschaft leistet das Fliegerbild wertvolle Dienste für

die Klarlegung der natürlichen Verhältnisse der Seen[1]). Die Beschaffenheit der Ufer, die Art und der Umfang des Pflanzenbestandes, sowie die Umgebung der Seen an Feld, Wald, Moor- und Bruchgegend sind für die fischereiwirtschaftliche Ausnutzung der Gewässer von Wichtigkeit. Dazu kommt weiter, dass die Uferflora fortgesetzten Veränderungen unterworfen ist. Durch Seerosen, Schilf usw. tritt ein Zuwachsen, das Verlanden des Sees ein. Über alle diese im Augenblick vorliegenden Verhältnisse gibt das Fliegerbild einwandfrei Aufschluss. Periodische Aufnahmen zeigen uns das Hineinwachsen des Landes im Sommer, die volle Ausdehnung des Sees im Winter und geben weiter Aufschluss über das Fortschreiten dieser Verlandungserscheinungen. Damit sind aber nicht nur geographisch interessante Feststellungen gewonnen, es werden uns auch die Unterlagen gegeben für die Massnahmen, die im Interesse des fischereilichen Ertrages zu treffen sind. Endlich sei auf die Möglichkeit hingewiesen, vom Flugzeug aus unter der Voraussetzung von klarem Gewässer und unter Zuhilfenahme von geeigneten Platten und Filtern in nicht allzu grosser Tiefe den Untergrund des Sees zu photographieren, was gleichfalls für die wissenschaftliche Forschung an unseren Binnenseen und für die Fischereiwirtschaft von Nutzen sein wird.

V. Schlussbemerkung. Durchführung der Arbeiten.

Für viele dieser Arbeiten wird die Anwendung der Flugzeugphotographie, d. h. die Ausführung von Neuaufnahmen für die ausschliesslichen Zwecke der Landwirtschaft sich zu teuer gestalten. Aus den vorstehenden Möglichkeiten der Verwertung ergibt sich aber, dass diese Aufnahmen nicht nur für die Zwecke der Landwirtschaft allein, sondern auch für viele andere Gebiete gleichzeitig Verwendung finden können: Aufgaben der Vermessung (der Landesaufnahme wie des Katasters) des Bauwesens (im Strassen-, Eisenbahn- und Wasserbau, sowie im Siedlungswesen) der geographischen Forschung und des Unterrichts in der Erd- und Heimatkunde. Diese Vielgestaltigkeit der Aufgaben bedingen eine grosszügige Erfassung und Durchführung des Flugbildwesens, wie es nur unter Mithilfe und im Zusammenarbeiten mit der Wissenschaft und Technik von einer Zentralstelle geschehen kann, die vom Staate oder Reiche eingerichtet wird oder unter deren Aufsicht steht. Auf diese Weise wird es auch am zweckmässigsten und erschöpfendsten in den Dienst der Allgemeinheit gestellt werden und für die Aufgaben des Volkes nutzbar gemacht werden können.

---

[1]) Nach brieflicher Mitteilung des Landesoberfischmeisters Herrn Regierungsrats Dr. SEYDEL.

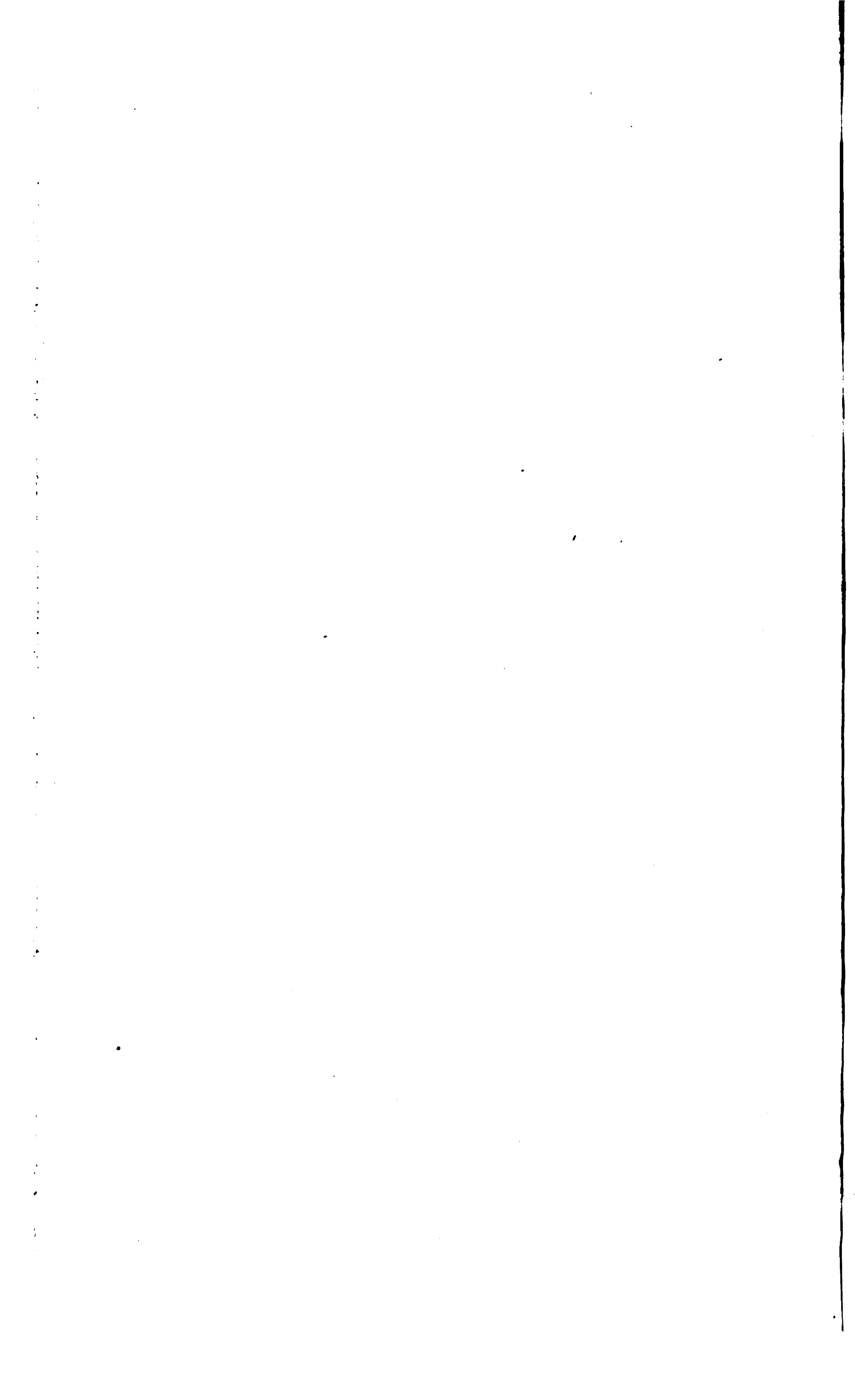
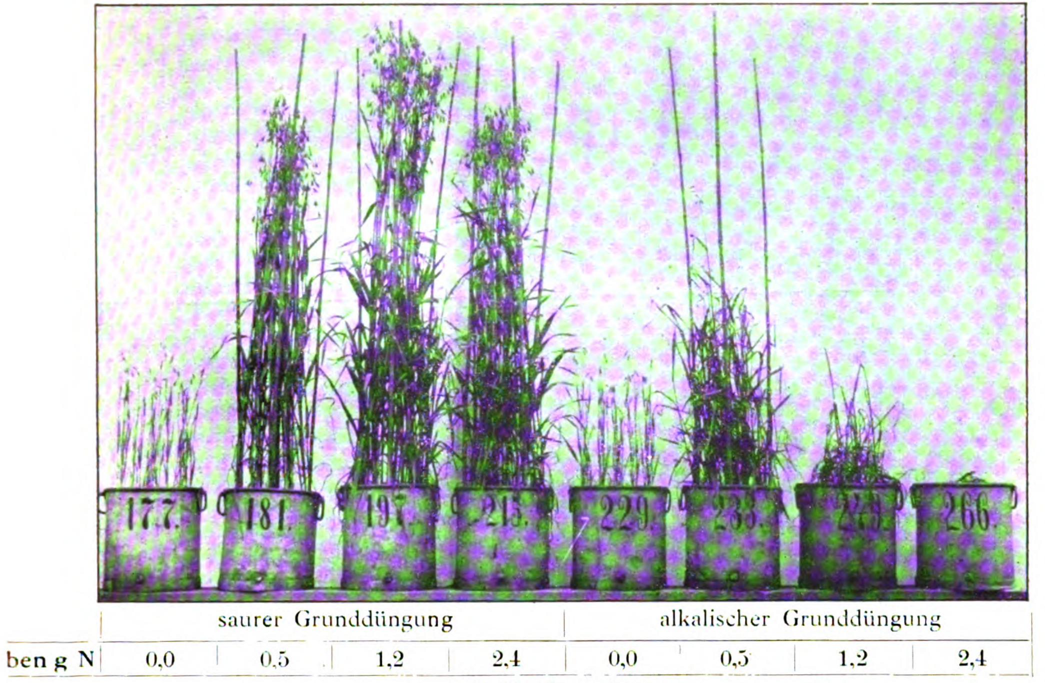


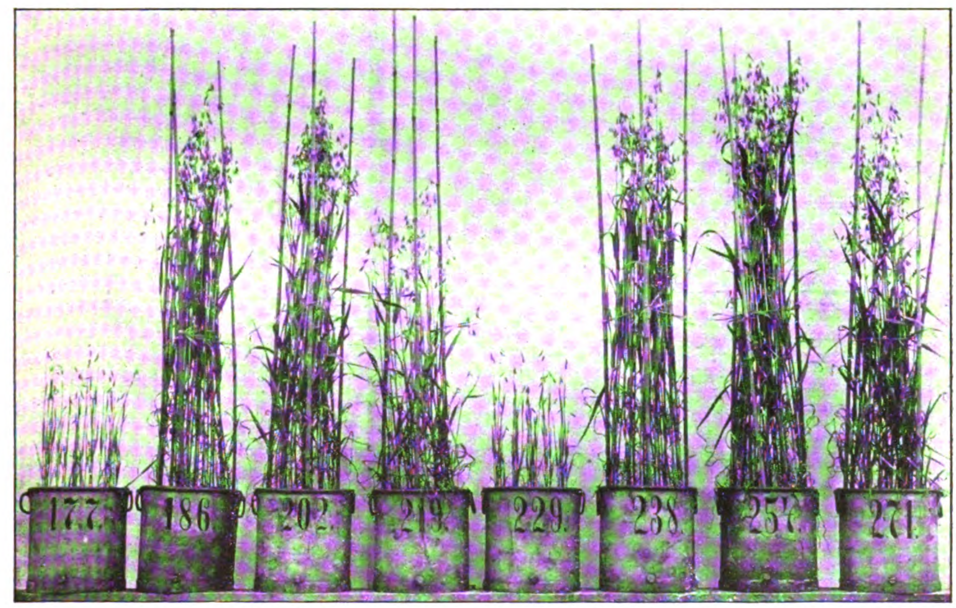
Bild 1



	saurer Grunddüngung				alkalischer Grunddüngung			
ben g N	0,0	0,5	1,2	2,4	0,0	0,5	1,2	2,4

als Natriumsalpeter.

Bild 2

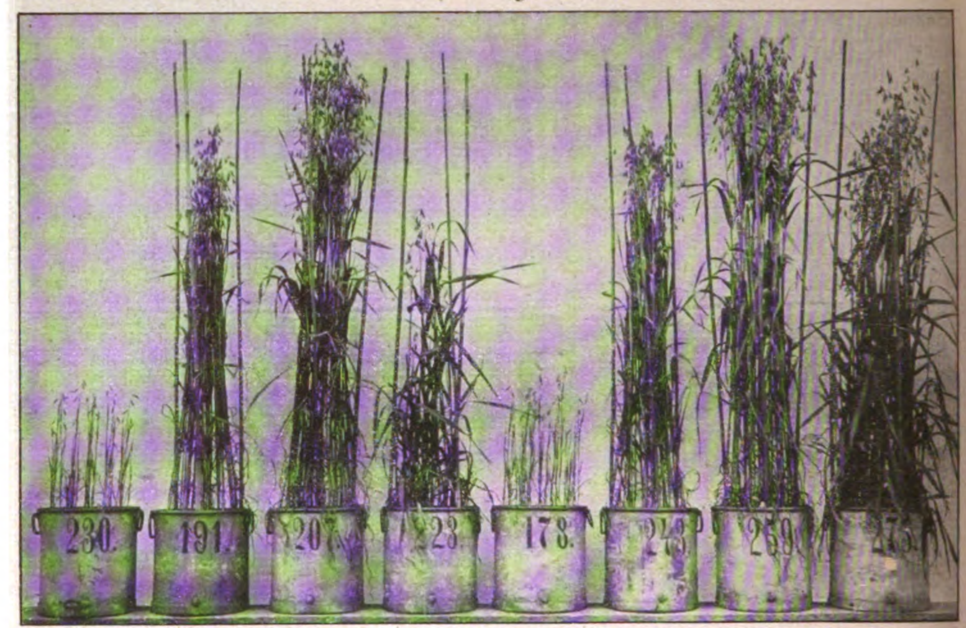


	saurer Grunddüngung				alkalischer Grunddüngung			
eben g N	0,0	0,5	1,2	2,4	0,0	0,5	1,2	2,4

als Ammoniumsulfat.

Verlag Paul Parey in Berlin.

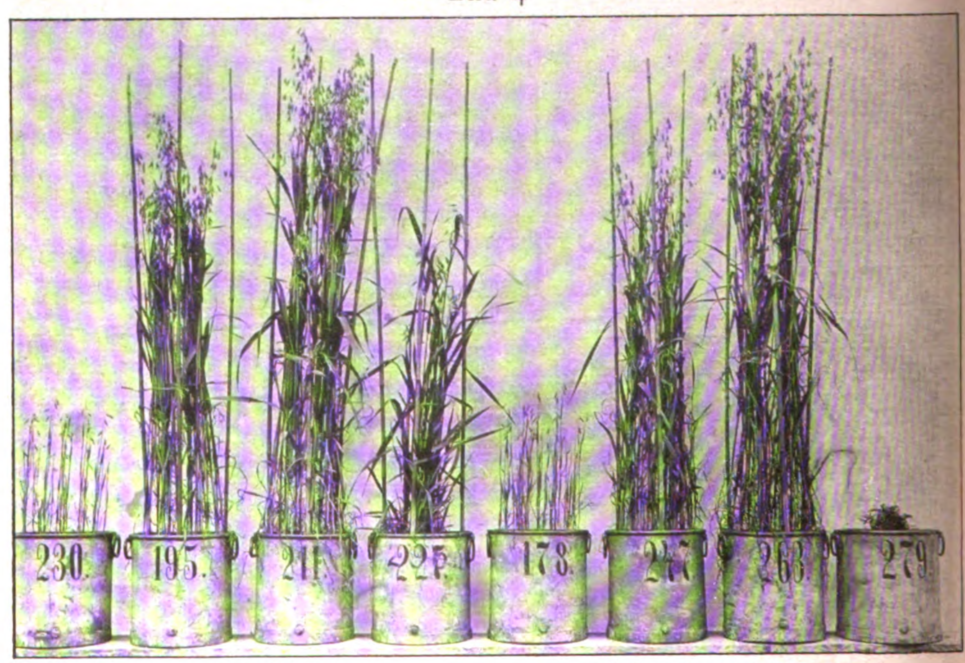
Bild 3



bei	saurer Grunddüngung				alkalischer Grunddüngung			
gegeben g N	0,0	0,5	1,2	2,4	0,0	0,5	1,2	2,4

als Harnstoffnitrat.

Bild 4



bei	saurer Grunddüngung				alkalischer Grunddüngung			
gegeben g N	0,0	0,5	1,2	2,4	0,0	0,5	1,2	2,4

als Harnstoff.

Verlag Paul Parey in Berlin.

Sc
rg
Rothenb
i. O
Spree
Löbau
Zit

rlin.

bei

gegeben

bei

gegebe

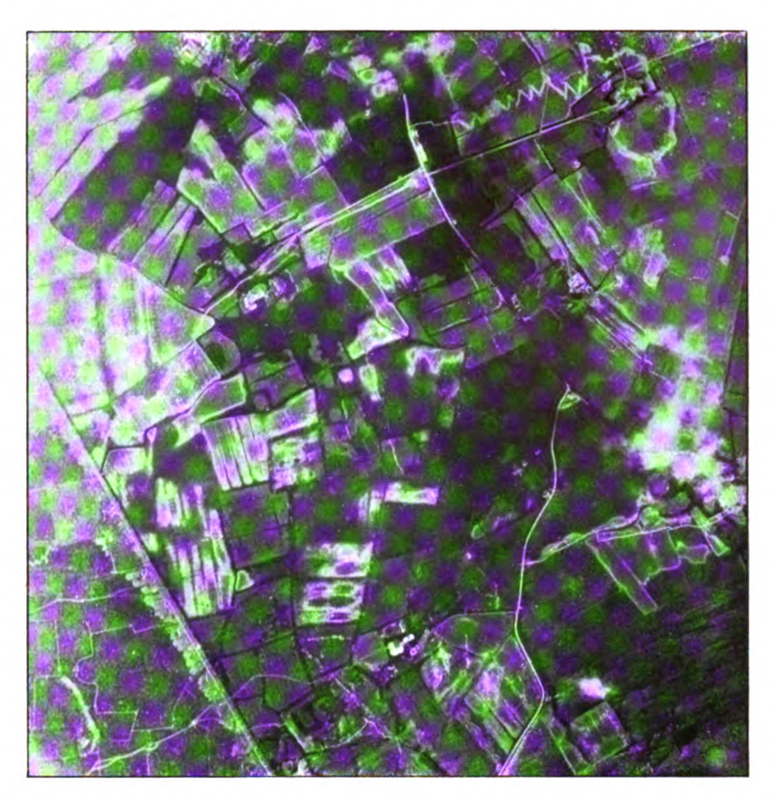


Abb. 1. Gelände, nordöstlich Dixmuiden. Beispiel für ein Überschwemmungsgebiet, Ausnutzung der trockenen Stellen für Anlage von Befestigungen.

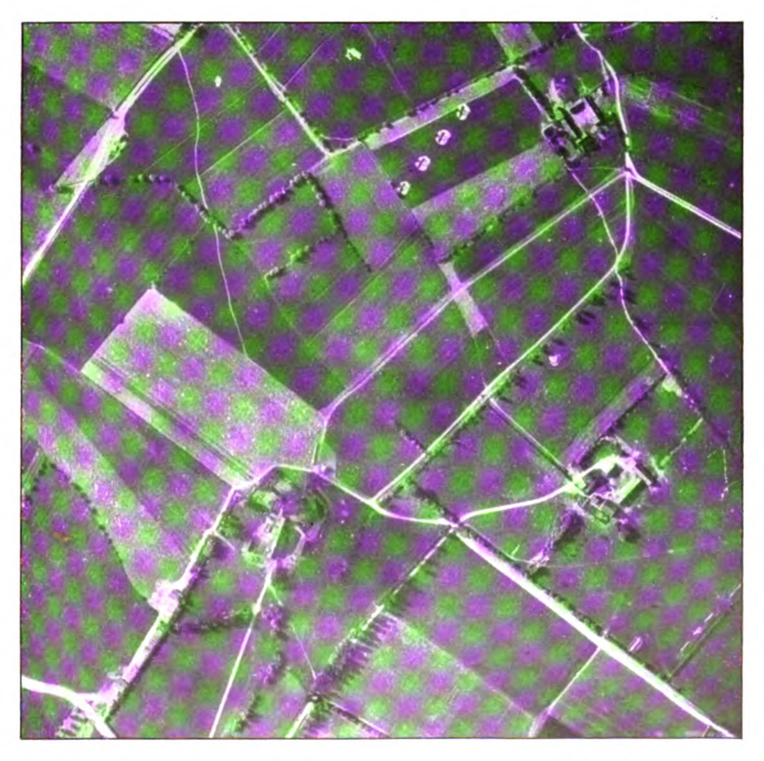


Abb. 2. Gelände in Flandern, südlich von Nieuwpoort. Beispiel für Fluraufteilung und Klarlegung der Besitzgrenzen. (Oben die 4 Bauten einer Scheinbatterie.)

Verlag von Paul Parey in Berlin

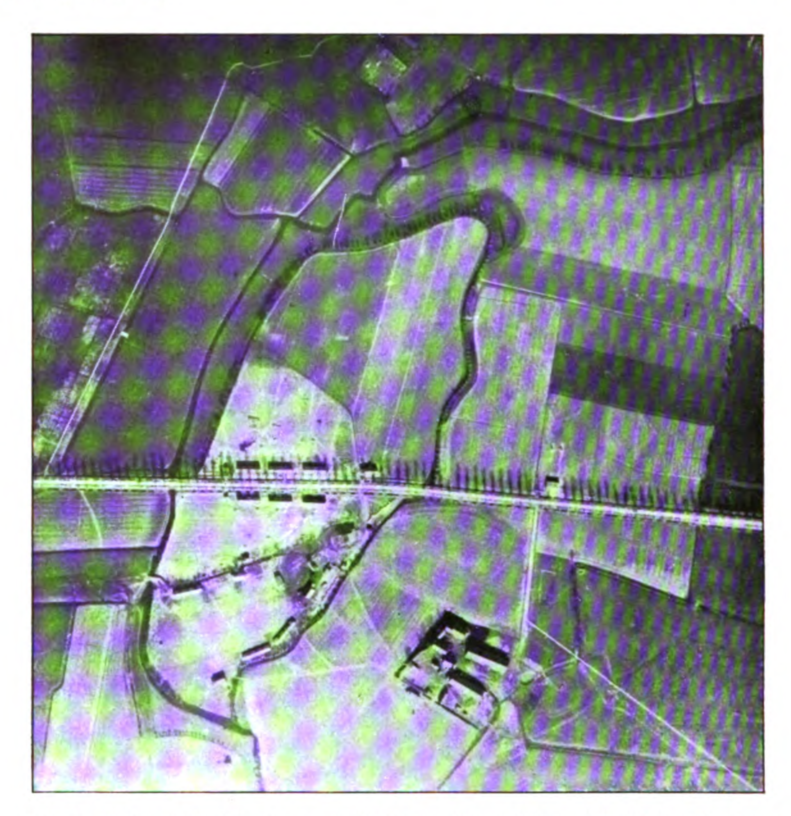


Abb. 3. Gelände in Flandern, westlich von Dixmuiden. Ländliche Siedlung, Neubauten von Baracken zur Truppenunterbringung.

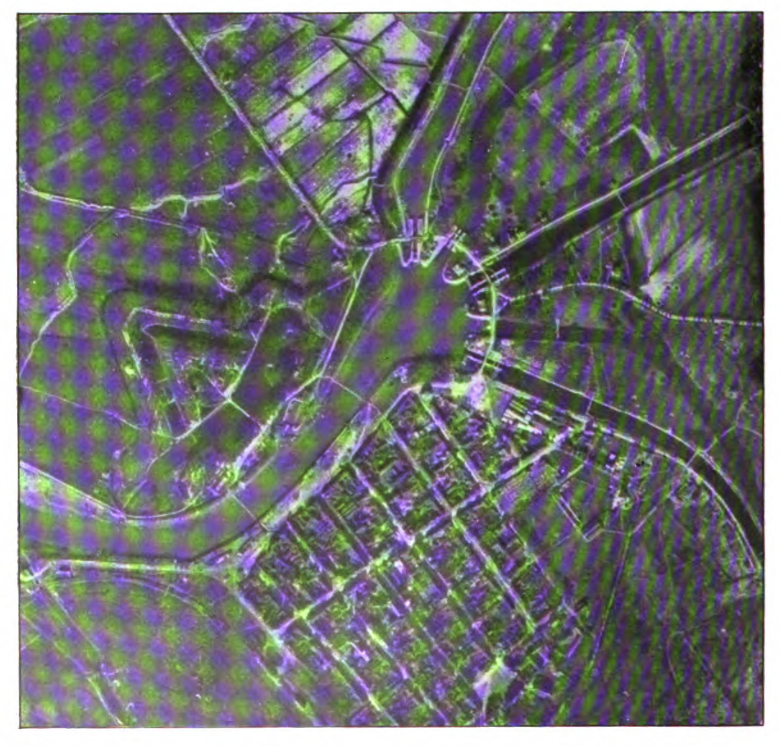


Abb. 4. Nieuwpoort in Flandern. Beispiel für eine städtische Siedlung. In der linken oberen Ecke Infanteriebefestigungen.

Verlag von Paul Parey in Berlin.

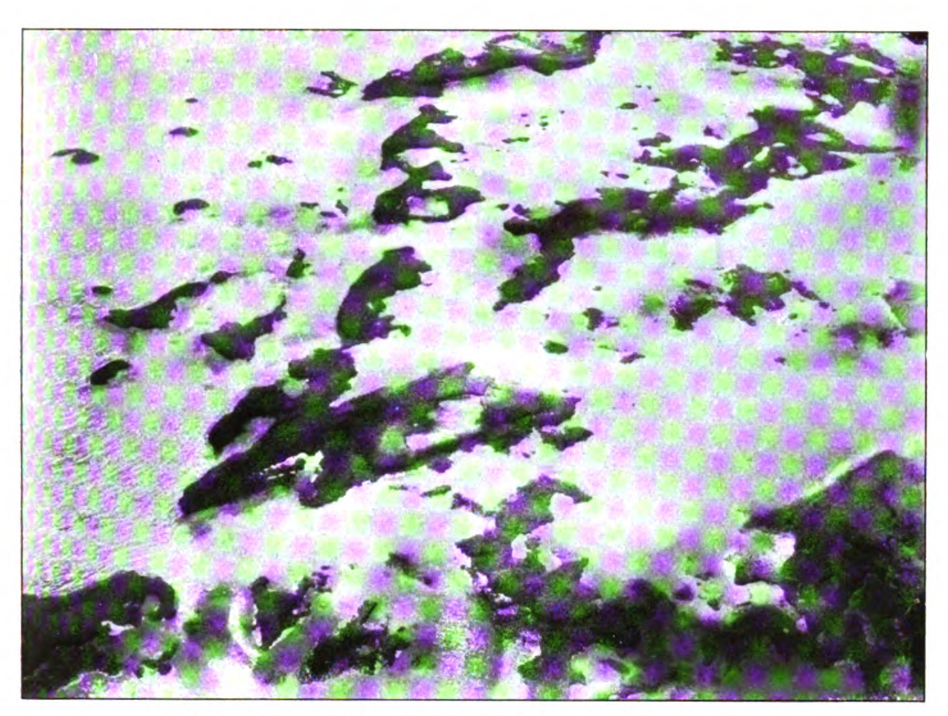


Abb. 5. Muschelbänke bei Randzel in senkrechter Aufnahme.

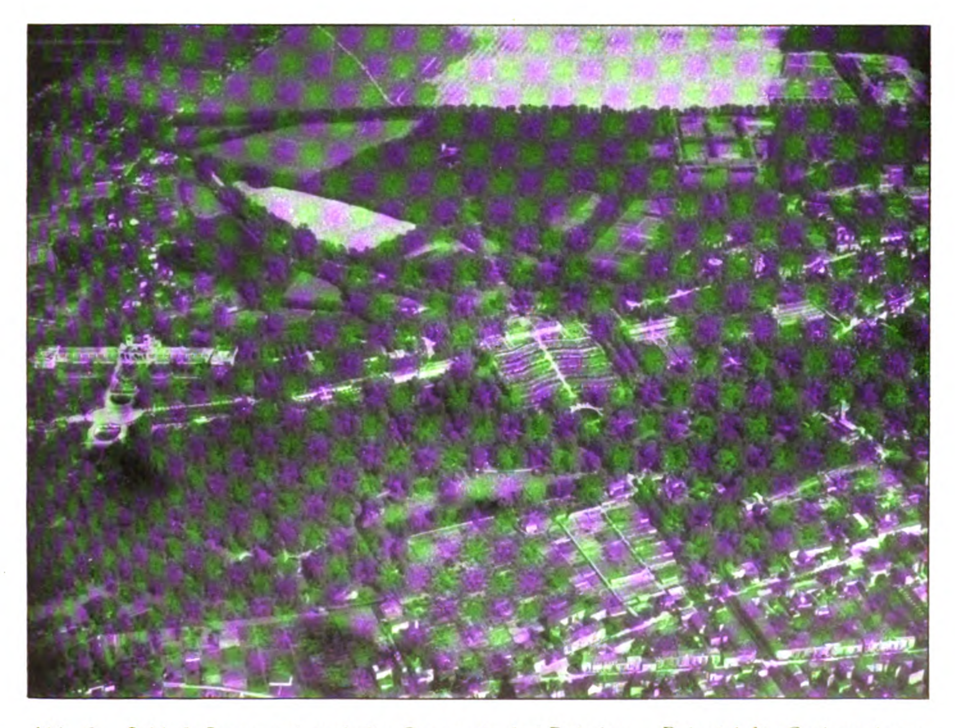


Abb 6. Schloß Sanssouci und die Orangerie bei Potsdam. Beispiel für Gartenanlagen.

Verlag von Paul Parey in Berlin



Abb. 7. Ramskapelle südlich Nieuwpoort. Beispiel für eine photographische Übersichtska
Rechts vom Eisenbahndamm ein Überschwemmungsgebiet.

Verlag von Paul Parey in Berlin.

Die weltwirtschaftlichen Bedingungen der deutschen Landwirtschaft in der nächsten Zukunft.

Von

Kurt Ritter.

Nicht nur die gegebenen natürlichen Verhältnisse und das technische Können beeinflussen die Landwirtschaft eines Landes, sondern vor allem ist auch die volkswirtschaftliche Lage für die Entwicklung und Organisation der landwirtschaftlichen Betriebe von einschneidender Wichtigkeit; aber nicht allein das innere Wirtschaftsleben des Landes kommt hier in Betracht: von ebenso grosser Bedeutung sind die weltwirtschaftlichen Bedingungen. Dabei hat man unter Weltwirtschaft nicht etwa die Summe aller Volkswirtschaften der Erde zu verstehen, sondern nur diejenigen Teile der einzelnen Volkswirtschaften, die sich einander berühren; die Weltwirtschaftslehre ist also nur ein Teil der Volkswirtschaftslehre. Daraus ergibt sich, dass aus der Weltwirtschaft nicht etwa einzelne Teile herausgeschält und als selbständige Ganze betrachtet werden dürfen, sondern dass stets die zahllosen Verflechtungen im Wirtschaftsleben beachtet werden müssen. Es darf daher bei der Untersuchung der weltwirtschaftlichen Bedingungen der deutschen Landwirtschaft nicht die Landwirtschaft aus dem Organismus der Weltwirtschaft herausgerissen werden; es sind vielmehr auch die wichtigsten andern Teile der Weltwirtschaft, soweit sie die Landwirtschaft beeinflussen können, zu betrachten. Dabei besteht jedoch betreffs der letzten fünf Jahre eine Schwierigkeit: es fehlen uns Deutschen zum grossen Teil Nachrichten zuverlässigerer Art aus dem Auslande; besonders entbehren wir amtliche Statistiken und wissenschaftliche Abhandlungen über die wirtschaftlichen Ereignisse der letzten Zeit. Aber immerhin liefern insbesondere die Zeitungsnachrichten genügend Material, um wenigstens einen Überblick zu gewinnen.[1])

Anmerkung: Auch an dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. AUHAGEN für die zur Abfassung der Arbeit gegebene Anregung und gütige Unterstützung bei der Drucklegung sowie Herrn Professor Dr. DADE für das freundliche Entgegenkommen bei der Überlassung der in Tabelle 2 und einiger im Text mitgeteilten Zahlen meinen besondern Dank aussprechen. Der Verfasser.

[1]) Von der zahlreichen benutzten Literatur sind ferner von deutschen Zeitschriften besonders das Weltwirtschaftliche Archiv und der Tropenpflanzer, für die Vorkriegszeit das Stat. Jahrb. für das Deutsche Reich sowie Annuaire internat. de stat. agr. 1915 zu erwähnen.

Von dem Gesichtspunkt ausgehend, das volles Verstehen der Gegenwart nur möglich ist, wenn man in die Vergangenheit blickt und die Entwicklung betrachtet, soll auch hier auf die Geschichte zurückgegriffen und dargestellt werden, wie sich eine Weltwirtschaft entwickelt hat, soweit landwirtschaftliche Produkte in Betracht kommen.

Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts hing der Preis der landwirtschaftlichen Erzeugnisse am einzelnen Orte unmittelbar von den lokalen Produktions- und Konsumtionsverhältnissen ab. Auf engem Raum bestanden ganz enorme Preisunterschiede, zumal an Orten, die von den grossen Verkehrsstrassen weitab lagen; Preisunterschiede, wie man sie heutzutage gar nicht für möglich hält, wo nicht mehr lokale Verhältnisse von Vorrat und Bedarf den Preis diktieren, sondern wo — von der augenblicklichen annormalen Lage infolge des Krieges abgesehen — das Ganze der Weltproduktion dem Ganzen der Weltnachfrage bei der Preisbildung gegenüber steht. Damals gab es eben noch keine Weltwirtschaft. — Erst in den sechziger und siebenziger Jahren begann der Umschwung. Wer die Literatur der damaligen Zeit[1]) durchsieht, findet hier in lebhaftester Weise jene gespenstische Furcht und Angst geschildert, die in der deutschen Landwirtschaft vor der wachsenden Produktion der Vereinigten Staaten von Amerika herrschte. Die Ergiebigkeit dieses Landes, das 1831/40 jährlich 4,5 Millionen bushels Weizen exportiert hatte, überschwemmte im Jahre 1870 Europa bereits mit 20 Millionen bushels; und diese Zahl war im Jahre 1879 schon wieder auf das Doppelte gestiegen. Der deutsche Getreidepreis sank und war 1879 so tief, dass die deutsche Landwirtschaft trotz einer guten Ernte in eine sehr bedrängte Lage versetzt wurde; jenes Land, das Tausende von Meilen jenseits des Meeres lag, erschütterte bei seinem auf ausschliessliche Bodenausbeutung begründeten extensiven Betrieb die Existenz der Bodenkultur alter Mutterländer, bedrohte mühsam erworbene Errungenschaften, stellte den Wohlstand im Lande eines Thaer und eines Liebig in Frage. — Die Weltwirtschaft hat begonnen!

Was gestattete nun der Union diesen steigenden Getreideexport? In erster Linie war es der bis dahin unberührte fruchtbare Boden des Mississippitals und Kaliforniens, das begünstigende Klima, der billige Preise ermöglichende extensive Betrieb. So erhielt der Farmer Mitte des Jahres 1880 für Primaweizen frei San Francisko 6,60 M. pro Zentner, wohingegen Weizen in Deutschland zur selben Zeit frei Bahn 11 M. kostete. In dem zu Liverpool besser gelegenen Chicago betrug der Preis 7,40 M. — Aber diese Begünstigungen der Natur und der Lage, welche dem Siedler seine Tätigkeit erleichterten, waren es nicht allein, die den betreffenden Ländern einen so bedeutenden Export ermöglichten. Es genügte nicht, dass der Mensch durch seine Kolonisation die Gegend aus ihrer Einsamkeit

[1]) Z. B. Peters, „Über die Ursachen der so allgemein beklagten bedrückten Lage der Landwirtschaft"; Semler, „Die wahre Bedeutung und die wirklichen Ursachen der nordamerikanischen Konkurrenz in der landwirtschaftlichen Produktion", 1881, beide in Wismar.

riss, sie musste auch dem übrigen Weltverkehr angeschlossen werden. Dazu diente einerseits der Eisenbahnbau, wie er gerade im Mississippital nach dem Bürgerkrieg stattfand, andererseits der technische Fortschritt in der Schiffahrt: die Einführung des Dampfes, die Vergrösserung der Schiffe. Erst dadurch wurden billige Transportpreise und somit Anschlüsse weit abliegender Produktionsgebiete an den Weltmarkt ermöglicht. Und mit den billigeren Frachtpreisen trugen Telegraph und Kabel zur Ausgestaltung des Welthandels bei. In steigendem Maſse wanderten grosse Getreidemengen nach Europa; es war die Zeit des Verfalls der englischen Landwirtschaft, die in den 60er Jahren noch über 1,6 Millionen Hektar Weizen bestellte, 1914 nur 0,7 Millionen Hektar. Tabelle 1 zeigt den bedeutenden Rückgang der Frachten, der es mit sich brachte, dass jetzt der enorm ausgedehnte Handelsbereich der ganzen Erde in allen seinen Teilen so eng aneinander gerückt ist, dass fast in demselben Augenblick, wo irgendwo auf der Erde sich ein wichtiges wirtschaftliches Ereignis abspielt, die Kunde hiervon zu den andern Teilen durchdringt. — Alte historische Getreidelieferanten des Westens, wie der europäische Nordosten, wurden von dem plötzlich zu ungeheurer Bedeutung gelangten Amerika in den Schatten gestellt und schliesslich ganz verdrängt. Und auch das Schwarze Meer-Gebiet schien an Bedeutung verlieren zu sollen. Dass dies nicht geschah, lag an einem besonderen Grunde: Die russische Bauernbefreiung im Jahre 1861 kam durch eine ihrer schwersten Bedingungen dem Exporthandel zugute; die hohen Ablösungszahlungen zwangen oft zum Verkauf bedeutender Teile der Ernte und zur Ausdehnung des Anbaugebietes. Hinzu kamen auch hier Bahnbauten, die das ackertreibende Zentrum mit dem Don, die südlichen Gouvernements mit dem Schwarzen und Asòwschen Meer verbanden. Odessa, Sewasstòpol, Tagànrog erhielten als erste Anschluss an das Hinterland; die Grundlagen zu dem Export aus jenem breiten Länderstreifen wurden gegeben, der sich von der rumänischen Grenze über Jikaterinoslaw nach Ssaràtow erstreckt, sich dann ostwärts in den Steppen von Orinburg verliert, im Süden aber bis Stàwropol hinzieht.

Tabelle 1.

Transportpreis für 1 t Getreide von New York nach Liverpool vor dem Kriege.

1873/75	30,68 M.
1891/95	7,90 „
1908/10	6,30 „

Aber bei diesen neu erschlossenen Gebieten blieb es nicht. Noch in den 70er Jahren trat Ostindien, von Schienensträngen durchzogen, in den 80er Jahren Argentinien, dann Canada, Sibirien und schliesslich Australien in die Arena des Weltmarktes.

Die neuste Zeit hat begonnen: Moderne Verladungsweisen greifen um sich; statt in Säcken wird das Getreide lose verfrachtet; Grosszügigkeit und Vielseitigkeit im Verkehr bilden sich aus; eine Arbeitsteilung tritt ein: die Cargofracht tritt der Parcelfracht gegenüber; Massengüter werden durch die freie Schiffahrt, wertvollere Güter auf Grund der Wertklassi-

fikation durch die Linienschiffahrt befördert. Dank der Möglichkeit, am Bestimmungsort Rückfrachten aufzunehmen, wird der Frachtsatz noch weiter erniedrigt.

So war die Lage bis zum Kriege. Welche gewaltigen Veränderungen in den Frachtsätzen durch den Krieg hervorgerufen wurden, zeigt Tabelle 2. Auch der Balkankrieg im Jahre 1912 brachte eine für die damalige Zeit sehr grosse Frachtnot und ungeheure Frachtsatzsteigerung mit sich. Aber wie gering erscheint diese Steigerung mit der durch den Weltkrieg verursachten! — Nun ist zwar bei der Betrachtung der Tabelle 2 zu beachten, dass die Frachtpreise in Mark ausgedrückt sind, sich in ihnen also der Rückgang unserer Valuta abspiegelt, was aus den Angaben für das Jahr 1919 besonders deutlich hervorgeht; denn die vom Englischen Seeamt festgesetzte Fracht vom La Plata nach England ist unverändert geblieben. — Besonders deutlich drückt sich das auch in den Preisen für die Fracht New York-Hamburg aus; *deren* Höhe im Vergleich zu der vorigen erklärt sich daraus, dass es sich hier um freie Preise handelt, für die irgend eine Höchstgrenze nicht festgesetzt ist.

Tabelle 2.

Steigerung des Transportpreises für 1 *t* Getreide durch den Krieg.
Angabe in Mark.

Jahr	Argentinien-Englische Häfen	New York-Hamburg
1906	8,95	7,75
1908	8,85	6,70
1910	7,35	4,60
1912	18,50	15,10
1914 (Juli)	9,20	7,00
1915	120,00	—
1916	159,00	—
1917	135,00	—
1918	150,00	—
1919 (Mai)	160,00 } in sh unverändert[1])	446,00 } in Dollar unverändert[1])
1919 (Oktober)	320,00	926,00

Die Folgen dieser hohen Frachtpreise, die für Deutschland jeden transozeanischen Import von Massengütern fast gänzlich zur Unmöglichkeit machen, brauchen nicht besonders betont zu werden. Nur deutsche Schiffe, die für deutsche Rechnung nach deutschem Gelde führen, könnten einen Import ermöglichen.

Die Feinde wussten, wie schwer sie Deutschland trafen, als sie seine Handelsflotte nahmen; auf Jahrzehnte ist Deutschland zur Ohnmacht verdammt. Gewiss kann man einwenden, dass mit steigender Valuta auch die Schiffe des Auslandes den Deutschen wieder zur Verfügung stehen,

[1]) Die Steigerung der Frachten in Mark ist lediglich eine Folge der Senkung des Markkurses.

wenn sie sie chartern wollen. Aber selbst diese Wertsteigerung der Mark vorausgesetzt, so würden doch mutwillig von den Feinden hervorgerufene und wirtschaftlich-natürliche Schwierigkeiten dies verbieten. Es sei hier nur an England erinnert, welches uns die Bagger fortnimmt, weniger um sie selbst zu haben, als vielmehr deshalb, dass die deutschen Häfen ihren Tiefgang verlieren und so die englischen Häfen die Umschlagstellen für die deutschen Flussmündungen werden — eine englische Massnahme übrigens, die in gleicher Weise gegen Deutschland wie gegen die Vereinigten Staaten von Nordamerika gerichtet ist. — Ferner ist zu beachten, dass die Reedereien des Auslandes beim Anlaufen von Häfen sich stets nach ausländischem Interesse richten; und es ist angebracht auszuführen, dass sich das Interesse der Hauptschiffahrtsnationen mit dem deutschen keineswegs deckt. Denn wer sind diese Hauptschiffahrtsnationen jetzt und wer in Zukunft? Tabelle 3 zeigt die durchgreifende Veränderung in der Verteilung der Handelsflotten infolge des Krieges. Die Union fällt besonders auf, sie hat ihren Flottenbestand fast verfünffacht, ihn um 382 % gesteigert; sodann kommt Japan mit einer Steigerung um 36 %. Bei der Angabe für Deutschland ist zu beachten, dass in diesen Zahlen die Auslieferung seiner Handelsflotte noch nicht berücksichtigt ist; seit Inkrafttreten des Versailler Friedensvertrages hat Deutschland nur noch 5 % des Friedensstandes. — England steht betreffs des Rückgangs seiner Handelsflotte nicht weit hinter Deutschland; noch schwerwiegender ist dieser Rückgang Englands gegenüber den Fortschritten der Union und Japans. Und wenn man berücksichtigt, dass die Union jetzt jährlich $4^1/_2$ Millionen Tonnen zu bauen vermag, England aber nur $2^1/_2$ Millionen, so ist es nicht schwer auszurechnen, dass die Union England in 4—5 Jahren geschlagen haben kann. Hier liegt ein Moment von höchster Bedeutung. Denn ist England einst an zweite Stelle gerückt, gilt einst das stolze Wort nicht mehr „Rule Britannia, rule the waves, Britains never will be slaves“, dann ist der Schwerpunkt der Weltwirtschaft aus dem Atlantik in den Stillen Ozean gerückt, dann ist ganz Europa aus seiner Vormachtstellung herabgesunken; eine neue Epoche der Weltwirtschaftsgeschichte beginnt dann.

Tabelle 3.

Handelsflotte: Welttonage in Bruttoregistertonnen 1914 und 1919.

	1914	1919	Veränderung
Grossbritannien	18,9 Millionen	16,3 Millionen	— 13 %
Britische Kolonien	1,6 „	1,9 „	+ 14 „
Union	2,0 „	9,8 „	+ 382 „
Japan	1,7 „	2,3 „	+ 36 „
Deutschland	5,1 „	3,2 „	— 37 „
Frankreich	1,9 „	2,0 „	+ 2 „
Österreich-Ungarn	1,1 „	0,7 „	— 32 „

Noch auf zwei andere wichtige Faktoren der Weltwirtschaft, die auch die deutsche Landwirtschaft in ihren Rückwirkungen beeinflussen, ist hinzuweisen. Erstens ist es die Versorgung der Welt mit Steinkohle, die besonders durch den 1918/19 fast auf die Hälfte zurückgegangenen englischen Export sowie durch den völligen Ausfall Deutschlands in den letzten Jahren stark ins Wanken geraten ist, und die auch durch die vermehrte Ausfuhr der Vereinigten Staaten von Amerika nicht aufrecht erhalten werden kann. Diese Kohlennot der Welt hat ihren Niederschlag u. a. darin gefunden, dass die beiden durch Wasserkräfte begünstigten Länder Europas, Norwegen und die Schweiz, die Elektrifizierung ihrer Bahnen beschleunigen, ja, dass sogar die Union an lokale Elektrifizierung denkt. — Die von Deutschland an die Entente fortlaufend zu liefernden grossen Kohlenmengen weisen auf den besondern Einfluss einer Kohlennot für die Landwirtschaft hin: Erzeugung von schwefelsaurem Ammoniak und synthetischem Stickstoffdünger geht zurück; Kaliwerke kommen zum Erliegen; Eisenerzverarbeitung und damit Gewinnung von Thomasmehl stockt; Brennereien und Zuckerfabriken können nicht arbeiten; Dampfpflügen und Dampfdreschen ist nicht möglich.

Zweitens ist die Wichtigkeit der Bevölkerungsverschiebungen zu erwähnen, die besonders durch das Beispiel Nord- und Südamerikas gezeigt wird, wo die ganze Produktion nur durch die Einwanderung ermöglicht wurde. — Die gerade auf diesem Gebiete durch den Krieg hervorgerufenen Veränderungen sind bedeutend, jedoch noch nicht völlig zu übersehen, da hier das psychische und politische Motiv des Einzelindividuums ein schwer zu beurteilendes Moment bildet. Doch lassen sich einige Schlüsse ziehen. Nicht nur Deutschland hat vorerst mit dem Fortfall der russischen und galizischen Wanderarbeiter zu rechnen, von denen jährlich 400000 in der Landwirtschaft, über 300000 in der Industrie beschäftigt wurden; besonders tritt der Rückgang der Einwanderung auch in der Union in Erscheinung, woselbst sie in den letzten beiden Jahren auf den zehnten Teil der Vorkriegszeit zurückgegangen ist. Des ferneren sei auf Argentinien hingewiesen sowie auf manche Teile des übrigen Südamerika, die vor dem Kriege in hohem Mafse von süditalienischen Wanderarbeitern und Einwanderern abhängig waren, sich jedoch scheinbar zu einem nennenswerten Teil im Kriege von der Notwendigkeit solcher Hilfe frei gemacht haben. — Schliesslich seien noch die Bestrebungen in mehreren Staaten Südamerikas genannt, welche dem zunehmenden Einströmen von Asiaten durch ein Gesetz ähnlich wie die Union einen Riegel vorschieben wollen. — Anzuführen ist noch die nach Mitteilungen ausländischer Zeitungen besonders in Amerika herrschende Neigung zur Rückwanderung nach Europa, die einerseits durch seelische Motive zu begründen ist, andererseits durch die bedeutende Verteuerung der Lebensbedingungen auch in Übersee; bestimmend ist dabei die Unkenntnis europäischer Verhältnisse. Dass West- und Zentraleuropa zur Zeit durch solche Einwanderung nichts gewinnen können, liegt auf der Hand; insbesondere Deutschland leidet schon jetzt genügend unter

dem Zuzug aller möglichen östlichen Elemente, die nur zur Belastung der Volkswirtschaft dienen.

Die zahlreichen Faktoren, welche das Wirtschaftsleben der Welt und eines einzelnen Volkes beeinflussen und von denen die wichtigsten soeben aufgezählt sind, finden in ihrer Gesamtheit ihre deutlichste Kennzeichnung in dem Gelde, in dem Stand der Valuta; in ihm haben wir die beste Beurteilung eines Wirtschaftslebens und seiner Aussichten für die nächste Zukunft. Hier, in der Bewertung des Geldes, findet die Summe aller wirtschaftlichen Tätigkeit ihren Ausdruck, hier spielen alle Einflüsse, Stimmungen und politische Massnahmen eine Rolle. Da nun der Stand der jeweiligen Valuta über die Möglichkeit eines jeden auswärtigen Handels entscheidet, so soll im nachfolgenden die Entwicklung der Valuta betrachtet werden. Tabelle 4 zeigt die Wechselkurse der neutralen europäischen Länder an der Berliner Börse am 2. Januar 1920 und ihr gewaltiges Anschwellen gegenüber der Friedensparität. Einen noch tieferen Einblick in die Entwicklung der Geldverhältnisse Europas bieten die Kursberichte der New Yorker Börse, welche in Tabelle 5 (S. 636) für Frankreich, England und Deutschland wiedergegeben sind. Am 1. April 1919 haben der Franc und das Pfund Sterling nur ein verhältnismässig geringes Disagio, das jedoch im weiteren Verlaufe des Jahres bedeutend wächst und deutlich beweist, wie sehr auch diese Länder mit Valutaschwierigkeiten zu kämpfen haben. Vor allem ist der Kurs des französischen Franc noch unter die Hälfte der Friedensparität gesunken; nach der Pariser Chronique financière ist dieser Sturz mit darauf zurückzuführen, dass England und die Union die von Frankreich erbetenen Garantien zur Sicherung der deutschen Schuld abgelehnt haben. — Aber auch jener Ort, der vor dem Kriege die Zentrale des gesamten Geldverkehrs der Welt war, krankt und hat seine Vormachtstellung verloren: London hat die allergrössten Schwierigkeiten, die steigende Entwertung des Pfund Sterling aufzuhalten. Charakteristisch ist die Zeitungsmeldung aus den letzten Tagen des November 1919, dass England zur Stützung seines Wechselkurses 10 Millionen Pfund Sterling Gold nach Japan geschickt hat, dessen Yen noch besser als der Dollar steht. — Nun gar erst die deutsche Reichsmark! Hat das englische Pfund nur ein Disagio von 22,2 % am 2. Januar 1920, so beträgt das der Mark 91,3 %; und wenn sich auch die Mark nach ihrem tiefstem Stande in der ersten Hälfte des Dezember 1919 wieder etwas erholt hat, so ist doch mit einem weiteren Sinken des Kurses zu rechnen.

Tabelle 4.

Wechselkurse an der Berliner Börse.

	Holland	Dänemark	Schweden	Norwegen	Schweiz	Wien (alt)	Wien Dtsch. Öst. abg.	Prag	Budapest
2. 1. 1920	1879	955	1072	1011	884	34	26	82	34
Parität	169	112	112	112	81	85			

Tabelle 5.

Devisenkurse an der New Yorker Börse.

	Paris (Sicht) 1 Dollar = Frcs.	Cable Transfers 1 £ = Dollar	Berlin (Sicht) 100 M. = Dollar
Parität	5,18	4,87	23,67
1. 4. 1919	6,04	4,61	—
1. 5.	6,07	4,76	7,47
1. 6.	6,32	4,63	--
1. 7.	6,48	4,50	—
1. 8.	7,29	4,36	6,25 [1])
1. 9.	8,12	4,69	4,19
1. 10.	8,55	4,20	4,37
1. 11.	8,82	4,17	3,25
1. 12.	9,86	4,00	2,37
2. 1. 1920	10,76	3,79	2,07
Disagio am 2. 1. 1920	51,9 %	22,2 %	91,3 %

Von den alten drei Hauptmächten Europas bietet heutzutage keine mehr die Möglichkeit, an ihrem Geld als Mafsstab das Geld anderer Staaten zu messen. Die führende Rolle im internationalen Zahlungsverkehr hat der neue Handelsmittelpunkt der Erde, New York, übernommen. — Auch europäisch Neutralien steht infolge seiner zahlreichen Beziehungen zu dem verarmten kriegführenden Europa nicht mehr fest. Das zeigt als Beispiel das Disagio des schweizer Franken an der New Yorker Börse, welches etwa 10 % beträgt. Ähnlich steht es mit Holland und Skandinavien-Dänemark. Ein Hauptgrund hierfür ist die Überschwemmung jener Länder mit deutschem Papiergeld, von dem schätzungsweise 15 Milliarden im Ausland sind, davon ca. 3 Milliarden in der Schweiz, und das zu einem bedeutenden Teil aus reinen Spekulationsgründen in der Hoffnung auf eine baldige Besserung des Markkurses vom Auslande angekauft wurde. Selbst nach dem früher wirtschaftlich so schwachen Spanien sind grosse Mengen geflossen, die nun auch dort zu Krisen führen. Denn in dem Mafse, wie jetzt im Auslande der völlige Zusammenbruch Deutschlands offenbar wird, besteht für die ausländischen Spekulanten die Gefahr, dass eines Tages die Mark von den Börsen gänzlich abgelehnt wird. — Andererseits liegt hierin auch ein kleiner Hoffnungsschimmer für Deutschland, da ja das Ausland an einer völligen Markentwertung keine Interesse hat und daher vielleicht zu einer Sanierung in Form von langfristigen Anleihen bereit ist. Diese Summen werden aber nicht von der Privatwirtschaft jener Länder aufgebracht werden können; nur staatliche Mitwirkung auf seiten des Gläubigers und Schuldners kann bei einer derart grossen Kreditgewährung die nötige Sicherheit bieten. Dies Interesse an der Gesundung der Mark

[1]) Am 5. August.

haben auch die Vereinigten Staaten von Amerika, wo sich weniger Papiergeld als vielmehr deutsche Aktien und andere Industriepapiere befinden. — Ganz Amerika hat aber noch aus einem anderen Grunde ein Interesse an der Hebung nicht nur der deutschen Mark, sondern der ganzen westeuropäischen Valuta: Mit einem Schwinden der Kaufkraft der europäischen Länder gerät die ganze amerikanische Ausfuhr ins Stocken; nicht nur die Union, auch Südamerika bleibt dann auf seinen Vorräten sitzen. Der Rückgang der Anbaufläche Argentiniens um fast 1 Million Hektar im Jahre 1919 gegen das Vorjahr, der nicht nur auf Überschwemmungen zurückzuführen ist, sondern auch wirtschaftliche Ursachen hat, stellt eine Warnung dar und ist mit der Anlass gewesen, dass die argentinische Deputiertenkammer im Dezember 1919 einen Gesetzentwurf über ein Darlehen von 60 Millionen Pesos an die Allierten zwecks Ankaufs argentinischer Erzeugnisse angenommen hat.

Das Beispiel in der Tabelle 6 zeigt, wie die gesunkene Valuta eines Landes einen fortlaufenden Import grösseren Umfanges unmöglich macht: Bei der Umrechnung ist hier für die Mark der in der ersten Hälfte des Januar 1920 längere Zeit hindurch notierte Kurs von 2 Dollar genommen. Es kostet dann für Deutschland Einkauf und Transport 1 *t* Weizen ohne Berücksichtigung der sehr hohen Versicherungsgebühr 6042,80 M.; dem steht ein Inlandspreis[1]) von 450 M. gegenüber! Da zu einem Getreideimport in ganzen Schiffsladungen also heute mehrere Millionen Mark gehören — erfordert doch allein die Charterung eines Dampfers Millionen — so ist nur das Reich imstande, die noch hin und wieder unter grössten Opfern ermöglichte Getreideeinfuhr zu vollziehen; ein einzelner deutscher Kaufmann vermag das nicht mehr. Erschwerend kommt hinzu, dass bei der herrschenden wirtschaftlichen Unsicherheit nicht mehr cif, sondern nur noch fob gehandelt wird.

Tabelle 6.

Einkaufspreis und Fracht für 1 *t* Weizen.

1 bushel = 27,22 *kg* in New York kostet 237,5 cents; also, wenn		
1 cent = 50 Pf., 1187,50 M. Mithin kostet 1 *t*	4362,80	M.
Fracht New York-Hamburg = 33,60 Dollar	1680,00	„
ohne Versicherungsgebühr mithin	6042,80	M.

Die Schlussfolgerung lässt sich, soweit sie die Landwirtschaft angeht, dahin zusammenfassen, dass Deutschland in der allernächsten Zukunft, wo sich Handelsbilanz und Zahlungsbilanz im grossen und ganzen decken, mit einem nennenswerten regelmässigen Import nicht zu rechnen hat.

Nachdem im vorstehenden das Zustandekommen einer Weltwirtschaft und die allerwichtigsten sie bestimmenden Faktoren geschildert sind, hat jetzt auf Grund dieser allgemeinen Unterlagen eine Erörterung der speziellen Beziehungen der deutschen Landwirtschaft zur Weltwirtschaft stattzufinden.

[1]) Lt. Verordnung vom 15. 7. 1919 beträgt in Deutschland der Grundpreis für 1 *t* Weizen 450 M.

Der König des Welthandels ist heutzutage das Getreide, nachdem es die Baumwolle, King cotton, geschlagen hat; es nimmt dem Werte nach den 12. Teil des Welthandels ein. Schon im Altertum von Bedeutung war es bis in die Neuzeit das einzige auf weite Entfernungen umgesetzte Massengut. Die Entwicklung des modernen Getreidehandels, der die Grundlage zur modernen Produktenbörse bildete, geht parallel mit der Entwicklung der neuen Produktionsgebiete, die zu einem Weltmarkt verdichtet werden; jedoch kennt dieser Getreideweltmarkt keinen bestimmten Konzentrationspunkt. Zentralen des Getreidehandels findet man nicht nur in den Überschussgebieten, auch in den Verbrauchsländern bestehen die wichtigsten Plätze.[1]) Ohne hier auf die fortschreitende Entwicklung des Getreidehandels einzugehen, seien nur die Kennworte Effektivhandel, der sich von Büro zu Büro abspielt, und Spekulativhandel — vorwiegend als Terminhandel — mit seinem Sitz an den Börsen genannt.

Als Lieferanten für den Getreidehandel kommen natürlich in erster Linie die grossen Agrarländer in Frage. Von der Weltgesamternte an Roggen, Gerste, Weizen, Hafer und Mais produzierten die Vereinigten Staaten 33 %, Russland 21 %, und dann schon an dritter Stelle das kleine Deutschland 8 %. Würde man die Reisproduktion mit berücksichtigen, so wären die Haupterzeuger der Reihe nach die Union, Russland, China. — Aus diesem kurzen Überblick geht hervor, dass die Hauptproduzenten keineswegs die Hauptlieferanten des Weltmarktes zu sein brauchen; denn Deutschland ist ja sogar ein Importland gewesen. Entscheidend ist vielmehr, was von der Ernte des einzelnen Landes nicht im Inlande verbraucht und was also auf den Weltmarkt geschickt zu werden vermag. Wie gross die Differenz zwischen dem prozentualen Anteil an der Welternte und dem prozentualen Anteil an der Belieferung des Weltmarktes sein kann, zeigt am Beispiel des Maises die in Tabelle 7 (S. 639) für den Jahresdurchschnitt 1910—1914 aufgestellte Berechnung: Auf die Union entfielen 71,7 % der Gesamtweltproduktion, nämlich 694 Millionen Doppelzentner; trotzdem ist dieses Land an der Versorgung des Weltmarktes nur mit 14,7 % beteiligt, nur 8 Millionen Doppelzentner werden nicht im Inland verbraucht. Argentinien, das nur den 12. Teil der Union produzierte, ist trotzdem der Hauptlieferant des Weltmarktes, denn 32 Millionen Doppelzentner werden von ihm geliefert, also 4 mal soviel wie von der Union.

Die Erklärung dieser auf den ersten Augenblick verblüffend wirkenden Tatsache ist einerseits in dem starken Maisverbrauch des Ostens der Union zur Schweine- und Rindermast, andererseits in der extensiven, auf ausschliessliche Weidefütterung begründeten Viehhaltung Argentiniens zu

[1]) Es sind in den Exportländern Chicago, Duluth, Kansas City, St. Louis, San Francisco, Petersburg, Odessa, Budapest vor dem Kriege von entscheidender Bedeutung gewesen, während Buenos Aires und Bombay ihre Weisungen wegen ihrer mangelnden Kapitalskraft von anderen Plätzen erhielten; durch die russische Revolution sowie durch die wirtschaftliche Erstarkung Argentiniens sind jetzt entsprechende Änderungen eingetreten. Hauptmärkte in den Importländern waren London, Liverpool, Berlin, Mannheim, Duisburg, Antwerpen — letzteres besonders für argentinischen Weizen.

Tabelle 7.

Verhältnis von Produktion zu Export in den wichtigsten Maisproduktionsländern im Jahresdurchschnitt 1910—1914.

		Produktion		Export		Von der eigenen Ernte ausgeführt (nach Abzug des Imports)[1]
		Millionen	Beteiligung an der Gesamtwelternte	Mehrausfuhr[1] in Millionen	Beteiligung am Gesamtweltexport[2]	
		dz	%	dz	%	%
Nördliche Hemisphäre	Ungarn . . .	50	5,2	2	4,8	4,0
	Serbien . . .	6	0,6	1	1,8	16,7
	Bulgarien . . .	9	0,9	2	3,0	22,2
	Rumänien . . .	29	3,0	11	16,0	37,9
	Europ. Russland	20	2,1	7	10,1	35,0
	Übriges Europa .	42	4,3	—	—	—
	Europa . . .	*156*	*16,1*	—	—	—
	Union	694	71,7	8	14,7	1,2
	Übriges Amerika	34	3,5	—	—	—
	Amerika . . .	*728*	*75,2*	—	—	—
	Asien	*5*	*0,5*	—	—	—
	Afrika	*18*[3]	*1,9*	1[4]	1,3	5,6
	Nördliche Hemisphäre . .	**907**	**93,7**	—	—	—
Südliche Hemisphäre	Argentinien . .	57	5,9	32	47,1	56,1
	Übriges Amerika	2	0,2	—	—	—
	Amerika . . .	*59*	*6,1*	—	—	—
	Ozeanien . . .	*2*	*0,2*	—	—	—
	Südliche Hemisphäre . . .	**61**	**6,3**	—	—	—
				Sonstige Länder 1,2		
	Insgesamt . .	**968**	**100,0**	—	**100,0**	—

[1]) Differenz Ausfuhr minus Einfuhr.

[2]) Die in den Welthandel gekommene Menge beträgt 68 Millionen *dz*; bei der Berechnung des Anteils der einzelnen Länder an dieser Menge ist der Import in diese Länder nicht berücksichtigt.

[3]) In Nordafrika findet Maisbau fast ausschliesslich in Ägypten statt; für Südafrika (Union) fehlen genauere Zahlen der Produktion; sie beträgt etwa 8 Mill. *dz*; die Gesamtweltproduktion wäre dann etwa 976 Mill. *dz*.

[4]) Einschl. Südafrik. Union.

suchen. Diese Erscheinung drängt die Frage auf, welcher Teil der Gesamtwelternte überhaupt in den Welthandel kommt; die Statistik gibt Auskunft: Vom Weizen $^1/_6$, von der Gerste $^1/_7$, vom Mais $^1/_{18}$, vom Hafer und Roggen nur je $^1/_{25}$, oder, auf die Gesamtheit dieser 5 Getreidearten berechnet, von der gesamten Getreidewelternte $^1/_{10}$.

Eine genauere Darstellung des Weltgetreideverkehrs gibt Tabelle 8 (S. 641). Sie lehrt, dass im internationalen Getreidehandel Weizen und Mais die Hauptrolle spielen. Und zwar ist der Weizen an allem gehandelten Getreide mit 40%, der Mais mit 30% beteiligt, wobei jedoch beim Mais eine schnelle Steigerung zu bemerken ist. Überblickt man die erste senkrechte Spalte genauer, so findet man, dass die Hauptlieferanten Länder mässiger Volksdichte sind. Dabei sind die Angaben für Holland besonders zu erörtern, denn sie verzeichnen grösstenteils nur auf dem Durchgang durch Holland befindliches Getreide — kein Wunder bei der bevorzugten Lage dieses Landes, die sich auch in anderen Tabellen ausdrückt! Senkrechte Spalte 3 der Tabelle 8 zeigt, dass der Roggenhandel auf die nördliche gemässigte Zone beschränkt ist. Die nächsten 3 Spalten erweisen, dass Gerste vor allem aus Ost- und Südosteuropa sowie aus der Union kommt; eben dieselben Länder, sowie Argentinien, liefern Hafer und Mais. Die letzte Spalte schliesslich enthält noch einige Angaben über den im ostasiatischen Handel eine grosse Rolle spielenden Reis; hier ist auch zu erwähnen, dass das Land des stärksten Reisverbrauchs in Europa — 23 *kg* pro Kopf — nämlich Italien, fast ganz mit dem selbst erzeugten Reis auskommt. — Für die deutsche Landwirtschaft hat der Import von unpoliertem Reis durch die beim Polieren entstehenden und als Viehfutter verwendeten Abfälle vor dem Krieg eine hohe Bedeutung gehabt. — Dasjenige Getreide jedoch, von dem sich ein Drittel der Menschheit ernährt, fehlt in der Tabelle. Es ist die Hirse, die in ihren beiden Arten (Rispenhirse und Mohrenhirse oder Durrha) für China, Indien, Vorderasien und Afrika von grosser Wichtigkeit ist. Die alte Ansicht, dass sich die Mehrheit der Bevölkerung Chinas und Indiens von Reis ernährt, entspricht nicht den Tatsachen; Reisnahrung herrscht nur in den Küstengebieten vor, während in dem erst in neuerer Zeit bekannt gewordenen Inneren Hirse verbreiteter ist. Mangels einer Statistik in jenen Ländern und infolge des Umstandes, dass die Hirse im Welthandel keine Rolle spielt, lassen sich jedoch keine Zahlenangaben machen.

Noch einige Bemerkungen zu den einzelnen Ländern der Tabelle 8: Sämtliche Exportländer weisen in den einzelnen Jahren stets starke Schwankungen auf; am grössten waren sie bei Russland, dessen Weizenexport von Jahr zu Jahr um 100—150% differierte. Ferner war im Jahre 1905 der nordamerikanische Weizen infolge der Missernten der vorhergehenden Jahre (1901—1904) fast ganz vom Weltmarkt verschwunden. — Die Weizenmehlausfuhr der Union enthält viel canadischen Weizen, der in den Mühlen von Minneapolis auch zu Exportzwecken rentabel vermahlen werden kann, da der Einfuhrzoll bei der Mehlausfuhr zu 95%

vergütet wird. — Argentinien trat in den 90er Jahren gleich so stark in den Welthandel, dass seit jener Zeit von dem Ausfall seiner Ernten der Weltmarktpreis in hervorragendem Maſse abhängt. Die damalige argentinische Papierwährung ermöglichte einen bedeutenden Exporthandel, bei dem die Konkurrenten unterboten wurden und doch der argentinische Anbauer auf seine Kosten kam; der Tiefstand der Weltmarktpreise 1894, 1899 und 1900 war die Folge. Argentiniens billige Preise waren auch die Ursache, dass Britisch-Indien für den Londoner Markt an Bedeutung verlor, da sich der Transport Indien-London nicht mehr lohnte. — Schliesslich sei noch auf die Bedeutung Canadas aufmerksam gemacht, dessen Weizenexport 1913 an erster Stelle stand; eine Entwicklung, die ans Fabelhafte grenzt, wenn man die unbedeutende Ausfuhr vor noch 20 Jahren bedenkt.

Tabelle 8. **Die wichtigsten Import- und Exportländer für Getreide 1913 (Kalenderjahr).**
(Zahlen geben Millionen Doppelzentner an. I. = Import. E. = Export.)

	Weizen		Weizenmehl		Roggen		Gerste		Hafer		Mais		Reis	
	I.	E.	I.	E.	I.	E.	I.	E.	I.	E.	I.	E.	I.	E.
Deutschland	25	5	—	2	3	9	32	—	5	7	9	—	5	2
Ungarn	—	5	—	7	—	3	—	3	—	1	2	2	1	—
Belgien	19	3	—	1	2	—	4	1	1	—	6	1	1	—
Bulgarien	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Dänemark	1	—	1	—	2	—	—	1	1	—	4	—	—	—
Spanien	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—
Frankreich	16	—	—	—	—	—	1	—	6	—	6	—	2	—
Gross-Britannien	54	—	6	1	—	—	11	—	9	—	25	—	2	—
Griechenland	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Italien	18	—	—	1	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
Norwegen	—	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Holland	22	17	2	—	6	4	9	7	6	5	10	3	4	2
Portugal	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Österreich	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	6	—	1	—
Rumänien (1912)	—	14	—	1	—	1	—	2	—	—	—	11	—	—
Russland	1	33	1[1])	2	2	6	—	39	—	6	—	6	1	—
Schweden	2	—	—	—	1	—	—	—	1	1	1	—	—	—
Schweiz	5	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—
Canada	—	35	—	4	—	—	—	3	—	5	2	—	—	—
Cuba	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Union	—	27	—	11	—	1	—	3	2	1	1	12	1	—
Argentinien	—	28	—	1	—	—	—	—	—	9	—	48	—	—
Brasilien	4	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
China	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
Brit. Indien	—	14	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	26
Nied. Indien	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1
Japan	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—
Persien	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Algier	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—
Ägypten	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Südafrika	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Australien	—	12	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—

[1]) **Finnland.**

Von den Importländern, wo Grossbritannien an erster Stelle steht, interessiert hier nur Deutschland. Seine Einfuhr stieg in den letzten Jahren vor dem Kriege; Deutschland, das in den 60er Jahren noch ein Ausfuhrland gewesen ist, ist in hohem Mafse von der Einfuhr abhängig geworden. Der aus Tabelle 8 ersichtliche nicht unbedeutende Export an Roggen, Hafer und auch Weizen ist dank örtlicher Verschiedenheiten entstanden und besonders durch die 1894 erfolgte Aufhebung des Identitätsnachweises gefördert; so ging viel süddeutscher Hafer und Weizen nach der Schweiz, vor allem Roggen nach Skandinavien. Auch der Umstand, dass der interne Austausch in Deutschland infolge Fehlens billiger Ost-West-Wasserverbindung viel zu wünschen übrig liess — der Bahn-Frachtsatz für 1 Tonnenkilometer belief sich auf $4^1/_2$ Pfennig — trug zum örtlich beschränkten Export bei.

Welche Bedeutung hatte nun der Getreideimport und -export für Deutschland, welche Werte wurden umgesetzt? Tabelle 15 und 16 (S. 649 u. 650) geben darüber genauere Auskunft: Der Roggenexport überstieg den Import; ebenso liegen die Verhältnisse, wenn auch abgeschwächt, beim Hafer. Ganz bedeutend aber ist der Mehrimport an Weizen, Gerste und Mais, welcher sich auf über 800 Millionen Mark beläuft. Dabei ist zu beachten, dass der Import sich von Jahr zu Jahr steigerte trotz des Schutzzolles: ein Umstand, der in der Zunahme der Bevölkerung und des Wohlstandes seine Erklärung findet. Mannigfach waren die Zwecke, denen das importierte Getreide dienen sollte: nicht nur für die menschliche Ernährung war es bestimmt, auch die industriellen Betriebe, wie die der Stärkegewinnung und der Bierfabrikation, benötigten es. Vor allem aber diente es, besonders der Mais und die Gerste, als Viehfutter. Die Futtergerste kam aus Russland und Indien, der Mais aus Argentinien, Russland, Rumänien und der Union. Der Krieg hat Deutschland diese Abhängigkeit vom Ausland bitter empfinden lassen (Tabelle 16!); mochten die Erträge des Ackerbaus auch noch notdürftig den Bedarf der menschlichen Ernährung decken, so fehlte doch mit dem Aufhören der Einfuhr die Basis für unsere Viehhaltung. Und so wird es auch noch jahrelang bleiben, solange Deutschland von der Zufuhr abgeschnitten ist. Noch jahrelang wird die Ernährung der deutschen Bevölkerung allein von der deutschen Produktion abhängig und also auch recht unvollkommen sein, zumal jetzt nach dem Fortfall der agrarischen Ostteile unseres Vaterlandes. — Es muss also unbedingt der Anschluss an den Weltmarkt wieder erstrebt werden; wie und wo, darüber ist später zu berichten; „ex oriente lux" gilt auch hier. Ist Deutschland aber erst wieder der Anschluss an den Weltmarkt gelungen, stehen ihm dann die Überschüsse der Exportländer unseres Planeten zur Verfügung, so ist auch der Zeitpunkt gekommen, wo der deutsche Getreidebau nicht mehr seine vornehmste Aufgabe in direkter Ernährung des deutschen Volkes zu sehen hat, sondern wo er sich einer stärker werdenden Viehhaltung unterordnen muss. Bei der inneren politischen Konstellation ist mit einer Beibehaltung des deutschen Schutzzolles nicht zu rechnen, und es wird der deutschen Landwirtschaft infolgedessen unmöglich sein, mit

dem extensiveren Getreidebau andrer Länder in Konkurrenz zu treten; sie muss sich dann der auch ihr fliessenden Quellen des Getreideimportes bedienen und mit deren Hilfe zu einer Produktion hochwertiger tierischer Erzeugnisse übergehen. Auf Grund der Tabelle 8 wird später noch gezeigt werden, welche Gebiete für solche Versorgung Deutschlands in Betracht kommen.

Vom Getreidebau nunmehr zum Hackfruchtbau! oder besser gesagt, zu dem Handel mit dessen Produkten. Zuerst die Kartoffel. Der Welthandel mit dieser Hackfrucht, von der das industrielle Europa 53 % der Weltproduktion erzeugte, beschränkt sich auf einige Länder der nördlichen Zone, über die Tabelle 9 genauere Auskunft gibt. Holland und Deutschland sind die Hauptexportländer, Grossbritannien ist das wichtigste Importland. Die nach Deutschland aus Holland, Belgien und Italien eingeführten Mengen dienten besonders der menschlichen Ernährung. Tabelle 15 (S. 649) gibt die genaueren Zahlen. Aus Tabelle 16 (S. 650) geht hervor, dass der Mehrimport — also Einfuhr minus Ausfuhr — nur 50000 *t* beträgt, eine Menge, die bei einer deutschen Kartoffelproduktion von 54 Millionen Tonnen gar keine Rolle spielt.

Tabelle 9.

Import und Export von Kartoffeln 1913 (Kalenderjahr).

(In Millionen Doppelzentnern. I. = Import, E. = Export.)

	I.	E.		I.	E.
Deutschland	4	3	Grossbritannien	5	—
Österreich	1	—	Italien	—	1
Ungarn	—	1	Holland	1	4
Belgien	1	2	Russland	—	1
Frankreich	2	2	Schweiz	1	—
Spanien	—	1			
Canada	—	1	Union	1	—
Cuba	1	—			

Eine ganz andere Stellung als die Kartoffel nimmt in der Weltwirtschaft die Zuckerrübe ein. Lag bei allen bisher genannten Produkten, die in Deutschland erzeugt wurden, auch das Absatzgebiet fast ausschliesslich innerhalb Deutschlands, so ist der Rübenzucker vor dem Kriege der eigentliche Exportartikel der deutschen Landwirtschaft gewesen, dessen Ausfuhr in früheren Jahren durch die Prämienpolitik noch besonders gefördert wurde. Wenn letztere nun auch im Jahre 1902 durch die jetzt wieder erloschene Zuckerkonvention aufgehoben wurde, so blieb doch das Interesse der deutschen Landwirtschaft an einem starken Zuckerrübenbau auch wegen der landbautechnischen Vorteile bestehen. Dieses Interesse besteht auch heute noch, und es ist nunmehr zu untersuchen, wie sich die Aussichten für den deutschen Zucherrübenbau in der Zunkunft gestalten. Auf die heutzutage noch nicht zu entscheidende Frage betreffs Fort-

falls der Wanderarbeiter wurde allgemein schon zu Anfang dieser Ausführungen hingewiesen. Aber ein anderes viel schwerwiegenderes Moment ist zu beachten.

Auf dem Weltmarkt spielten Rübenzucker und Rohrzucker eine gleichgrosse Rolle. Die eigentlichen Anbaugebiete der Zuckerrübe sind die Länder des gemässigten Europa und Nordamerika, deren Produktion Tabelle 10 (S. 645) zeigt. -- Das Zuckerrohr findet sich in allen Niederungen der Tropen und Subtropen besonders dort, wo eine ausgesprochene Trockenzeit besteht. Eine genaue Statistik der Rohrzuckerproduktion gibt es nicht, da besonders die starke Produktion Ostindiens, die fast ganz in den heimischen Verbrauch übergeht, schwer zu erfassen ist. Tabelle 11 (S. 645) gibt daher nur ungefähre Werte. Doch genügen diese Zahlen, um zu erkennen, wie sich die Rübenzuckerproduktion zur Rohrzuckerproduktion verhält. Tabelle 12 (S. 645) gibt diese Zahlen zurückgehend bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Sie zeigen, wie der Rübenzucker den Rohrzucker um die Jahrhundertwende überflügelt hatte, wie seitdem aber die Produktion an Rohrzucker relativ und absolut gewaltig zugenommen hat, während die des Rübenzuckers zurückgegangen ist. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass diese durch Einführung vervollkommneter Maschinen verbesserte Rohrzuckergewinnung billiger ist als die des Rübenzuckers, waren schon vor dem Kriege die Zukunftsaussichten für die Rübe nicht günstig. Den durch den Krieg hervorgerufenen weiteren ganz gewaltigen Rückgang der Rübenzuckerproduktion zeigt gleichfalls Tabelle 12. Im besonderen erweist Tabelle 13 (S. 645) für Deutschland, wie die heimische Zuckergewinnung nicht einmal mehr zur Deckung des inländischen Friedensbedarfs ausreicht, von einer Ausfuhr ganz zu schweigen. Die Zuckerproduktion in Europa ist unter dem Einfluss des Krieges um etwa 50 % zurückgegangen, dagegen in andern Kontinenten um 25 % gestiegen. Die Ursachen dieses Umschwungs werden an Hand der Tabelle 10 besonders klar; der enorme Ausfall der Rübenzuckergewinnung wird durch Einschränkung des Anbaus in den bisherigen Hauptproduktionsländern Deutschland, Österreich-Ungarn, Russland, Frankreich und Belgien hervorgerufen. Dieser Rückgang ist ein Hauptanlass zur Ausdehnung des Zuckerrohrs gewesen: In den letzten 5 Jahren ist die Produktion in Cuba um 25 % gestiegen, in Brasilien um 84 %, in Java um 42 %, in Japan mit Formosa sogar um 120 %, so dass letzteres Gebiet, das vor dem Kriege sehr auf Einfuhr angewiesen war, dank der tätigen Vorsorge der Japaner nun den ostasiatischen Kontinent mit beliefert. War vor dem Kriege das Verhältnis Rohrzucker zu Rübenzucker wie 1 : 1, so ist es jetzt auf 3 : 1 verschoben, wobei zu beachten ist, dass die Gesamtproduktion der Erde nur wenig (in den letzten 5 Jahren ca. 5 %) nachgelassen hat. Diesen Vorsprung dürfte die Zuckerrübe trotz des zur Zeit noch überall in Europa herrschenden Zuckermangels nicht einholen; erwähnt sei hier, dass die Schweiz und Schweden, die 1916 zur Rationierung ihrer Lebensmittel griffen, den Zuckerverbrauch in erster Linie einschränken mussten, dass der Zuckerpreis in London am 1. 7. 1918 gegen den vom

Tabelle 10.

Rübenzuckerproduktion der wichtigsten Länder in Millionen Doppelzentnern im Betriebsjahr 1913/14.

Europa				*Amerika*	
Deutschland	26	Spanien	2	Union	7
Österreich	12	Frankreich	8		
Ungarn	5	Italien	3		
Belgien	2	Holland	2		
Dänemark	2	Russland[1])	16		
Schweden[1])	1				

Tabelle 11.

Rohrzuckerproduktion der wichtigsten Länder in Millionen Doppelzentnern im Betriebsjahr 1913/14.

Amerika		*Asien*		*Afrika*		*Ozeanien*	
Cuba	26	Philippinen	2	Ägypten	1	Australien	2
Union[2])	11	Indien	23	Mauritius	2	Fidji	1
Argentinien	3	Formosa	1	Südafrika	1	Java	13
Peru	2						

Tabelle 12.

Zuckerproduktion der Erde.

Betriebsjahr	Rübenzucker 1000 t	Rohrzucker 1000 t	Anteil des Rübenzuckers an der Gesamtproduktion %	Betriebsjahr	Rübenzucker 1000 t	Rohrzucker 1000 t	Anteil des Rübenzuckers an der Gesamtproduktion %
1852/53	203	1260	14	1910/11	8537	8 472	50
1881/82	1898	2205	46	1911/12	6888	9 132	43
1891/92	3448	3502	50	1912/13	9096	9 183	50
1900/01	5978	3646	62	1913/14	8908	9 869	47
1905/06	7232	6647	52	1914/15	8289	9 953	45
1906/07	7208	7520	49	1915/16	5209	10 515	33
1907/08	7060	7004	50	1916/17	5150	11 425	30
1908/09	6962	7663	48	1917/18	4867	12 265	28
1909/10	6603	8407	44	1918/19	4379	11 667	27

Tabelle 13.

Rückgang der Zuckerproduktion in Deutschland.

1912/13.

Inländ. Produktion	2,6	Mill. Tonnen
„ Verbrauch	1,3	„ „
Überschuss = Export:	1,3	Mill. Tonnen

1919/20.

Inländ. Produkt. (Schätzung) 0,7 Mill. Tonn., also Rückgang der Produktion 73 %.

---

[1]) Schätzung.

[2]) Mit Porto-Rico und Hawaii.

1. 7. 1914 um 260 % gestiegen war. Da jetzt jedoch von der neuen Zuckerzentrale der Welt, New York, eine grosszügige Versorgung der zuckerbedürftigen Länder eingesetzt hat, so werden sich die neuen Lieferanten die gewonnenen Absatzgebiete zu bewahren wissen, und Deutschland darf, selbst wenn es Dünger-, Arbeiter- und andere Verhältnisse gestatten, nicht mehr mit einem Zuckerexport alten Umfanges rechnen; dass dieser trotzdem nach Möglichkeit zu erstreben ist, braucht bei seiner hohen volkswirtschaftlichen Bedeutung nicht betont zu werden. — Will aber die deutsche Landwirtschaft auch in Zukunft die betriebswirtschaftlichen und landbautechnischen Vorteile des Rübenbaus nicht entbehren, und kann der inländische Zuckerkonsum nicht gesteigert werden — auch Rübenbrennerei erscheint zweckmässig — so muss zur Futterrübe gegriffen werden, damit Rüben in dem früheren Umfange gebaut werden können. Des ferneren bietet, soweit wirtschaftlich möglich, die Ausdehnung des Rapsbaus einen Ersatz für den Zuckerrübenbau, da er nicht nur, wie die Futterrübe, eine ausgedehntere Viehhaltung durch seine Rückstände bei der Ölgewinnung ermöglicht, sondern auch einen Ausgleich für die früher nach Deutschland im Werte von 400 Millionen Mark importierten Baumwollsamen, Palmkerne und Leinsamen darstellt. Man hat berechnet, dass die Bestellung von 2 % der gesamten Anbaufläche Deutschlands mit Raps zur Deckung des inländischen Ölbedarfs genügen würde. Erwähnt sei, dass Deutschlands Anbaufläche an Ölpflanzen 1918 142000 *ha*, davon die grössere Hälfte (85000 *ha*) Lein, betrug. 1913 war die Fläche der Ölpflanzen nur 52400 *ha* gross, 1878 aber noch 342800 *ha*.

Auf den Welthandel mit Tabak, Hopfen, Malz, Wein und Hülsenfrüchten, unter welchen die Sojabohne mit ihrer Bedeutung für den ostasiatischen Handel an erster Stelle steht, kann als hier zu wenig bedeutungsvoll nicht eingegangen werden; vom Holzhandel sei nur erwähnt, dass der Mangel an Brennmaterial besonders in Deutschland dazu geführt hat, Grubenholz als Brennholz zu verkaufen, wodurch sehr fühlbare Rückwirkungen auf die Kohlenförderung entstehen können. — Dagegen ist die fortgefallene Einfuhr von Baumwolle zu nennen; sie interessiert zwar die deutsche Landwirtschaft nicht unmittelbar, jedoch insofern, als hier die Möglichkeit besteht, Ersatzfasern zu liefern. Ohne über die noch nicht praktisch erprobten Entdeckungen, die von Zeit zu Zeit auftauchen — wie Fasergewinnung aus Kartoffelkraut — weitere Worte zu verlieren, muss doch auf den Wert der Flachskultur hingewiesen werden; auch andere neue Ersatzfasern haben Bedeutung, so die Brennessel; und die Industrie beschäftigt sich mit der Verarbeitung solcher brauchbaren Ersatzfasern in steigendem Mafse, wie auch die Schaffung einer diesbezüglichen Zeitschrift („Neue Faserstoffe") zeigt. Auch der jetzt wieder eingeführte Hanfbau, besonders auf Moorland, sei erwähnt. — Doch ist dieser Anbau zur Deckung inländischen Bedarfs nur solange rentabel, wie es nicht gelingt, Baumwolle und Fasern aus dem Auslande zu beziehen. War doch das Deutsche Reich vor dem Kriege der zweitgrösste Baumwollkäufer der Erde,

der seinen Bedarf zu 70 % aus der Union, zu 23 % aus Indien, den Rest aus Ägypten erhielt, im ganzen jährlich für 600 Millionen Mark. Und es ist besonders schmerzlich, zu wissen, dass in nicht zu ferner Zeit die einst deutschen Kolonien imstande gewesen wären, nicht nur diesen Baumwollbedarf, sondern auch sämtliche Jute, Ramiéfaser und Sisalhanf zu liefern.

Als letzte der pflanzlichen Produkte seien noch die Sämereien erwähnt. Der Schluss der Tabelle 15 (S. 649) zeigt, dass Deutschland besonders als Exportland für Zuckerrübensamen auftrat, die nach Österreich-Ungarn, der Union und Frankreich gingen. Hier mögen sich vielleicht in der Zukunft wieder Aussichten zum Export bieten, denn in Nordamerika schreibt man den Rückgang der Rübenerträge während des Krieges dem Ausbleiben der hochwertigen deutschen Samen zu. — Auf der andern Seite bezog Deutschland vor dem Kriege für viele Millionen Kleesaat aus Russland, Österreich-Ungarn, Italien und Frankreich; Grassaat aus Grossbritannien, der Union und Russland. Die heutigen unermesslichen Preise für Klee- und Grassaat, die sich pro Zentner immer mehr an 3000 M. nähern, beweisen die Schwierigkeit und Unmöglichkeit eines hinreichenden Imports. Gerade wichtige Lieferungsgebiete sind durch den Krieg ausgefallen, weshalb der Import des nun auch im allgemeinen Weltverkehr teurer gewordenen Saatgutes bei unserm Valutastand fast unmöglich ist. Hier bieten sich privatwirtschaftlich und volkswirtschaftlich lohnende Zukunftsaussichten für die deutsche Landwirtschaft, die sich ja auch schon im Kriege einer vermehrten Klee- und Grassamengewinnung gewidmet hat, soweit es die Verhältnisse gestatteten.

Tabelle 15 enthält auch Angaben über die tierischen Produkte, über die man kurz zusammenfassend sagen kann, das keins derselben eine so bedeutende Stelle in der Weltwirtschaft einnimmt wie etwa das Getreide oder die Baumwolle. Ihr Austausch beschränkt sich auf bestimmte Exportländer einerseits, bestimmte Importländer andererseits; Erzeuger und Verbraucher stehen hier sich viel näher als z. B. beim Getreide; die allgemein internationale weltwirtschaftliche Stellung fehlt den tierischen Produkten. Was insbesondere den Handel mit frischem Fleisch und lebendem Vieh betrifft, so hat sich hier wegen der Transportempfindlichkeit ein Welthandel nicht bilden können; der Austausch bleibt, von Zuchttieren abgesehen, auf Grenzländer beschränkt. Daher ist auch der Ausfall einer Futterernte, das Auftreten einer Viehseuche für den Preisgang eines bestimmten Gebietes von weit grösserer Bedeutung als die Einfuhrmöglichkeit; die Viehzölle sind nicht in dem Maſse ein preisbildendes Element wie die Getreidezölle — alles Momente, die bei einer Beurteilung der zukünftigen Viehhaltung in Deutschland schwer ins Gewicht fallen und bei genügender Futterversorgung die Stabilität einer auf vorwiegender Viehhaltung aufgebauten Landwirtschaft beweisen. — Über Deutschlands Viehhandel vor dem Kriege sei nur gesagt, dass Pferde aus allen Nachbarländern, Schlachtkühe und Schlachtjungvieh fast ausschliesslich aus Dänemark, Schweden und Österreich-Ungarn, Schweine aus Russland kamen. Seuchenpolizeiliche

Vorschriften regelten diesen Import, der gegen manche Länder auch dauernd verboten war, und wirkten so teilweise protektionistisch. In der nächsten Zukunft kann mit der Wiederaufnahme dieser Einfuhr, an der die Landwirtschaft auch unmittelbar durch Lieferung von Zug- und Mastvieh interessiert war, nicht gerechnet werden; herrscht doch gerade in den östlichen und südöstlichen Ländern selbst ein starker Viehmangel. Das hier vom Viehhandel Gesagte gilt auch für den internationalen Handel mit frischem Fleisch.

Anders liegen die Verhältnisse bei denjenigen tierischen Produkten, die wegen ihrer grösseren Haltbarkeit leichter zu transportieren sind: also gefrorenes und gekühltes Fleisch, Schmalz, Talg, Eier, auch Butter und Käse in gewissem Sinne; vollends aber Häute und Wolle. Hier hat sich ein wirklicher Weltmarkt herausgebildet dank des sich weit über die Erde erstreckenden Handels, der für gewisse Produkte sich in festen Bahnen abspielt: Australien und Südamerika verfrachten in grossen Mengen regelmässig gekühltes und gefrorenes Fleisch nach England; Nordamerika war für West- und Mitteleuropa der wichtigste Schmalz- und Talglieferant. — Nach allen aus den Ausland kommenden Nachrichten wird sich der Handel mit Gefrier- und Kühlfleisch, auf den ja England besonders angewiesen ist, auch in Zukunft weiter ausdehnen. Tabelle 14 zeigt sein Anwachsen während der letzten 5 Jahre. Grosse Teile Südamerikas haben sich im Kriege darauf neu eingestellt und insbesondere den vermehrten Bau von Kühl- und Gefrieranstalten in Angriff genommen; desgleichen die Union und Canada. Südafrika ist auf diesem Gebiete überhaupt erst im Kriege in Erscheinung getreten, denn die Ausfuhr vom Kap, die 1914 nur 700 Rinderviertel betrug, war 1916 bereits auf 116855 Rinderviertel angewachsen.

Tabelle 14.

Weltproduktion an Gefrierfleisch in Millionen Tonnen

im Jahre 1914	800	im Jahre 1917	965
„ „ 1916	915	„ „ 1918	1130

Den Anteil Deutschlands an dem Welthandel mit tierischen Produkten zeigt Tabelle 15 (S. 649). Sie lehrt, dass vor dem Kriege einerseits der Import von Schweineschmalz aus der Union die Hauptrolle spielte, andererseits der Import von Premier jus und Oleomargarin, die beide zur Margarinefabrikation dienten, jedoch hier in steigendem Mafse von Pflanzenfetten verdrängt wurden. In der Erzeugung dieser Fettmengen, die zur Wiederherstellung der normalen Volksernährung unentbehrlich sind, liegt die eigentliche Domäne der deutschen Landwirtschaft, sobald erst wieder die nötigen Futterstoffe für das Vieh zur Verfügung stehen. Da dieser Übergang zur stärkeren Viehhaltung aber nur mit dem wachsenden Wiederanschluss an die Weltwirtschaft möglich ist, also nur ein ganz allmählicher sein kann, — so muss die allgemeine Fett- und Fleischnot in Deutschland auch noch lange anhalten. —

Tabelle 15.

Deutscher Import und Export der landwirtschaftlich wichtigen Produkte im Jahre 1913.

	Import		*Export*	
	1000 t bei Vieh 1000 Stck.	Millionen Mark	1000 t bei Vieh 1000 Stck.	Millionen Mark
Roggen	353	42	934	132
Roggenmehl	—	—	225	39
Weizen	2546	417	538	88
Weizenmehl	17	4	195	44
Gerste	3238	390	6	1
Hafer	505	60	662	93
Verarbeitetes Getreide	—	—	103	22
Mais	919	102	—	—
Reis unpoliert	163	33	—	—
„ poliert	314	71	184	43
Reisabfälle	206	19	4	—
Kleie	1414	130	23	2
Ölkuchen	826	119	294	39
Kartoffeln	382	24	332	17
Zucker	—	—	1109	261
Pferde	137	110	2	2
Rindvieh	240	86	1	1
Schweine	147	25	1	—
Gänse	8587	36	18	—
Anderes Geflügel	21	31	—	—
Rindfleisch	30	36	—	—
Schweinefleisch	22	31	1	3
Schweineschmalz	107	118	—	—
Oleomargarin	26	28	—	—
Premier jus	20	21	—	—
Talg	26	18	—	—
Milch und Rahm	77	39	—	—
Butter	54	119	—	—
Käse	26	38	—	—
Eier	172	191	—	—
Wolle	199	412	17	48
Rind- und Rosshäute	220	430	64	111
Schaf- und Ziegenfelle	28	69	4	9
Kali u. andere Abraumsalze	—	—	1676	64
Chilesalpeter	774	171	28	6
Schwefelsaures Ammoniak	35	10	76	19
Guano	37	5	—	—
Knochenmehl	31	3	32	3
Thomasphosphat	441	18	714	29
Superphosphat	53	3	283	21
Kleesaat	40	45	13	16
Grassaat	18	15	4	3
Zuckerrübensamen	12	7	30	21

Schliesslich die Häute und die Wolle. In den Kulturländern ist die Zahl der produzierten Häute festgelegt durch die Zahl des aus andern Gründen geschlachteten Viehs; intensive Betriebsverhältnisse verbieten, die Häutegewinnung zum Hauptzweck der Viehhaltung zu machen. Und ähnlich liegt es bei der Wolle, deren Produktion unter intensiven Verhältnissen durch den Weltmarkt unrentabel gemacht wird. Wohl ist in Deutschland zur Zeit eine stärkere Wollproduktion nicht nur berechtigt, sondern auch notwendig, soweit nicht dadurch die Erzeugung wertvollerer Produkte beschränkt wird; aber dieser Zustand kann nur solange anhalten, wie kein Anschluss an den Weltmarkt erreicht ist. Der im letzten Jahrhundert eingetretene Rückgang Deutschlands in der Schafhaltung, die bis in die 50er Jahre hinein nicht nur eine ganz vorzügliche Wollqualität, sondern auch grosse Wollmengen lieferte, ist der beste Beweis für diese Behauptung: Die Verringerung der Schafhaltung wurde nicht so sehr unmittelbar durch den allmählich sich immer intensiver gestaltenden landwirtschaftlichen Betrieb herbeigeführt, als vielmehr durch die gewaltige Produktion der südlichen Halbkugel, welche infolge Verbilligung der Frachten und Verringerung des Frachtvolumens durch Pressen der Wolle den deutschen Wollpreis von den 50er Jahren bis in die 90er Jahre auf die Hälfte herabdrückte; es fand in Deutschland der Übergang zum Fleischschaf statt. Nun wird sich ja unter den augenblicklichen Verhältnissen die Konkurrenz der Wollländer Australien, Südamerika und Südafrika — die Union verbraucht ihre bedeutende Produktion selbst — erst in fernerer Zukunft erneut bemerkbar machen; aber bei einer Änderung der landwirtschaftlichen Organisation müssen diese weltwirtschaftlichen Bedingungen schon jetzt berücksichtigt werden; auch ist besonders zu beachten, dass die aus Tabelle 15 ersichtliche starke Wolleinfuhr nach Deutschland vor dem Kriege zum grossen Teil der Herstellung wieder auszuführender Fertigfabrikate diente. Kurz, die weltwirtschaftlichen Bedingungen erlauben keine zu starke Ausdehnung der deutschen Wollschafhaltung; Import von Wolle wird stets nötig sein.

Tabelle 16.

Vergleich der Ernteerträge in Deutschland, mit der Einfuhr bzw. Ausfuhr im Jahre 1913.

Gesamternte in 1000 t		Mehreinfuhr (+) bzw. Mehrausfuhr (—) in 1000 t	
Roggen	12 224	Roggen	— 581
Weizen und Spelz	5 094	Weizen	+ 2 008
Sommergerste	3 673	Gerste	+ 3 232
Hafer	9 714	Hafer	— 57
Kartoffeln	54 121	Kartoffeln	+ 50

Als letzte der organischen Produkte seien die Futtermittel besprochen, auf die gelegentlich schon hingewiesen wurde. So wichtig nun die Rolle derselben für Deutschland ist, so unbedeutend ist der Begriff des Futtermittels in der Weltwirtschaft. Der Getreideexporteur weiss oft gar nicht, welchen Zwecken seine Ware dienen soll; auch ist die Zahl der Länder,

die Futtermittel als solche importieren, sehr gering; man findet sie nur in dem Europa westlich des 25. Längengrades; alle anderen Länder erzeugen die von ihnen benötigten Futtermittel selbst und haben daher auch die Vorrangstellung billigerer Produktion. — Die Wichtigkeit des Futtermittelimports nach Deutschland, der vor dem Kriege etwa eine Milliarde Mark betragen hat, ergibt sich aus Tabelle 17, woselbst jedoch diejenigen Rohstoffe, bei deren Verarbeitung in Deutschland als Futter brauchbare Nebenprodukte entstanden, nicht aufgenommen wurden; es sind das vor allem Palmkerne, Kopra, Lein und unpolierter Reis. Bei der Veredelung des letzteren, deren Zentrum in Bremen lag, spielte die Wiederausfuhr in geschältem und poliertem Zustand eine grosse Rolle; fast $^2/_5$ der eingeführten Reismenge wurden exportiert, davon allein nach Mittelamerika 33 $^0/_0$. In Tabelle 17 fällt besonders die hervorragende Stellung Russlands auf, das an der deutschen Einfuhr bei Gerste zu 90 $^0/_0$, bei Kleie zu 50 $^0/_0$, bei Ölkuchen zu 40 $^0/_0$ beteiligt ist. Und wenn nun in Deutschland auch in der allernächsten Zukunft aus politischen und finanziellen Gründen mit irgend einer Futtereinfuhr nicht gerechnet werden kann, so eröffnen sich doch hier Perspektiven für eine nicht zu ferne Zukunft. Der von der Weltwirtschaft auf die deutsche Landwirtschaft ausgeübte Zwang zur stärkeren Viehhaltung findet hier eine der wichtigsten Realisierungsmöglichkeiten, worüber bei der nachfolgenden Beurteilung unserer Wirtschaftspolitik noch einige Worte zu verlieren sein werden.

Tabelle 17.

Deutschlands Import der wichtigsten Futtermittel im Jahre 1913 in 10000 Tonnen.

	Gerste	Mais	Kleie	Reisabfälle	Ölkuchen	Schlempe	Treber
Russland	276	9	69	—	32	—	—
Argentinien	1	56	24	—	1	—	—
Union	19	17	15	2	22	3	7
Rumänien	8	7	1	—	—	—	—
Indien[1]	1	—	—	13	4	—	—
Sonstige	4	3	32	6	24	4	8
Summe:	309	92	141	21	83	7	15

Ganz ausserhalb der bisher genannten Stoffe stehen die künstlichen Düngemittel, die sich in den letzten Jahrzehnten einen wichtigen Platz in der Weltwirtschaft erobert haben, wie Tabelle 18 (S. 653) zeigt. Auch hier ein Blick in die Zeit vor dem Kriege, um die die Zukunft bestimmenden Bedingungen voll würdigen zu können! Der schon zu Anfang des 19. Jahrhunderts in seinem Werte erkannte Peruguano kann übergangen werden, da er infolge Erschöpfung der Lagerstätten seine weltwirtschaftliche Stellung immer mehr verliert. — Anders dagegen der 1812 entdeckte Chilesalpeter,

[1]) Brit. u. Franz.

welcher bis auf den heutigen Tag *der* Dünger des Weltmarktes geblieben ist. Die Tabelle 18 zeigt seinen Export nach den verschiedensten Ländern, unter denen jedoch Deutschland die Hauptstellung einnahm. Um nun die Grundlagen zur Entscheidung in die Hand zu bekommen, ob der Chilesalpeter einst wieder seine alte Bedeutung für Deutschland bekommen kann, muss ein kurzer Blick auf seine Gewinnung und Verfrachtung geworfen werden: In jenem 800 *km* langen Streifen Nordchiles, in den Provinzen Tarapacà, Antofagasta und Atacama, der erst im Jahre 1879 durch den Salpeterkrieg von Chile erobert wurde, befinden sich die Oficinas in Händen von Chilenen, Engländern und Deutschen. Die grössten deutschen Werke, die auch zu den grössten ganz Chiles zählen, sind die Sloman Salpeterwerke und die Deutschen Salpeterwerke, vorm. Fölsch und Martin. — Wie überall in der Welt, so haben es auch hier die Engländer verstanden, einen entscheidenden Einfluss auf die Werke andrer Nationen auszuüben; ihnen gehören nämlich fast sämtliche Eisenbahnen des Nordens, und mit diesem Machtmittel können sie die fremde Produktion und den fremden Handel lenken. Vor dem Kriege war ihnen besonders die deutsche Ausfuhr ein Dorn im Auge, da sie vom Gesamtexport Chiles an Salpeter 65 % betrug. Dies war dadurch ermöglicht, dass in erster Linie deutsche Segler die Salpeterhäfen Iquique, Antofagasta, Mejillones und Taltal anliefen; denn während in den letzten Jahrzehnten überall sich Trampdampfer zu den billigsten Preisen zum Transport von Massengütern in steigendem Maſse anboten und die Segelschiffe verdrängten, war der Salpeter allein die Stütze der Segelschiffahrt geblieben; zwar nicht der kleinen Schiffe; das Vollschiff, die Viermastbark beherrschten das Feld und die P-Klasse der Hamburger Reederei Laeisz nahm einen hervorragenden Platz ein. — Das hat sich nun infolge des Kriegsausganges alles geändert, aber Englands Interesse an einem möglichst starken Salpeterexport ist geblieben; zu viele englische Werte stecken in Chile. Ist auch Japans und Spaniens Nachfrage sehr gewachsen, so bleibt doch der deutsche Bedarf wichtig, und England verfolgt skeptisch die Fortschritte der künstlichen Stickstoffgewinnung, neuerdings jedoch ohne grössere Sorgen. Als Beweis dafür sei ein Marktbericht der englischen Salpeterfirma Thomas Ackmann & Co. aus jüngster Zeit erwähnt, wo es heisst, die Arbeiterschwierigkeiten und der Kohlenmangel der deutschen Stickstoffindustrie seien so gross, dass aller Grund zu der Annahme bestände, Deutschland werde einst wieder ein starker Verbraucher von Chilesalpeter sein, wenn zur Zeit auch der Tiefstand der deutschen Valuta alle Einkäufe verhindere. Obgleich das Eintreffen dieser Prophezeiung auch im volkswirtschaftlichen Interesse Deutschlands höchst unerwünscht ist, so entscheidet schliesslich doch die Preisfrage allein. Und um hier einen gewissen Anhalt zu haben, sei noch mitgeteilt, dass die Verarbeitungskosten der Caliche vor dem Kriege sich auf ca. 7 sh. pro Zentner Salpeter beliefen, wozu noch ein Ausfuhrzoll von 28 pence kam, der die Haupteinnahme Chiles bildete. Die endgültige Entscheidung herrscht von der Preisgestaltung der deutschen Stickstoff-

gewinnung ab, deren Höchstleistung bei normalen Verhältnissen z. Zt. auf ca. 700 000 *t* geschätzt wird. — Frankreichs Jahreserzeugung betrug 1919 ca. 100 000 *t*; die in Amerika während des Krieges gebauten Anlagen sollen stillgelegt sein.

Tabelle 18.

Welthandel mit künstlichen Düngemitteln im Jahre 1913 in Millionen Doppelzentnern. (I = Import, E = Export.)

	Roh-phosphat		Thomas-mehl		Super-phosphat		Kali-dünger		Chile-salpeter		Schwefel-saures Ammon.		Künstl. Stickstoff-dünger	
	I.	E.	I.	E.	I.	E.	I.	E.	I.	E.	I.	E.	I.	E.
Deutschland	9	—	4	7	1	3	—	13	8	—	—	1	1	—
Österreich-Ungarn	2	—	2	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—
Belgien	2	—	1	7	—	3	—	—	3	1	—	—	—	—
Dänemark	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spanien	3	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Frankreich	9	—	—	—	1	1	1	—	3	—	—	—	—	—
Grossbritannien	5	—	1	2	—	1	—	—	1	—	—	3	—	—
Italien	5	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Holland	1	—	4	2	3	4	3	1	2	1	—	—	—	—
Norwegen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Russland	1	—	2	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Schweden	1	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Schweiz	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Japan	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Union	—	14	—	—	—	—	9	—	6	—	1	—		—
Chile	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—
Algier	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tunis	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ägypten	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Australien	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Deutsche Südsee	—	2[1])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Das für den Chilesalpeter Gesagte gilt mutatis mutandis auch für die in Norwegen erzeugten Stickstoffdünger, für die vor dem Kriege Deutschland der Hauptabnehmer war, wie Tabelle 18 erweist; den Wert der Einfuhr nach Deutschland zeigt Tabelle 15. Während der letzten Jahre haben die in Skandinavien vermehrt erzeugten Stickstoffdünger anderwärts auf dem Weltmarkte neue Abnehmer gefunden und sind auch über den Ozean verfrachtet. — Schwefelsaures Ammoniak spielt im Welthandel keine besondere Rolle.

In Tabelle 15 sind auch genauere Angaben über Wert und Menge des deutschen Handels mit den anderen wichtigsten Düngemitteln, bzw. den Rohstoffen dazu, enthalten. Über den Welthandel in grossen Zügen orientiert wieder Tabelle 18: Zur Versorgung der Welt mit Rohphosphaten kommen besonders die hochwertigen Gesteine von den Karolinen, Florida, Tennessee, Algier und Tunis in Betracht; im Verkehr mit Deutschland, dessen gänzlich unzureichendes Phosphatvorkommen auf das Lahngebiet beschränkt ist, spielten auch Frankreich und Belgien eine Rolle. Da nun

[1]) Schätzung.

Deutschland zur Deckung seines inländischen Phosphorsäuredüngerbedarfs in überwiegendem Maſse auf die ausländischen Rohphosphate angewiesen ist, diese aber zunächst aus den bekannten Gründen nicht in nennenswerter Menge eingeführt werden können — so ist die Versorgung der deutschen Landwirtschaft mit Phosphorsäure noch auf Jahre hinaus eine äusserst unvollkommene. Äusserlich zeigt sich das darin, das von 88 im Jahre 1913 in Deutschland arbeitenden Superphosphatfabriken Anfang 1919 nur noch 47 in Betrieb waren, noch dazu mit einer bedeutend geringeren Förderung als vor dem Kriege; dass die Preissteigerung für Superphosphat gegenüber der Vorkriegslage 1700 % beträgt, wohingegen sie sich bei den andern künstlichen Düngemitteln (Kali, Stickstoff) auf ca. 500 % beläuft.

In entsprechender Weise ist ein bedeutender Rückgang in der Erzeugung von Thomasmehl zu verzeichnen, von dem Belgien und Deutschland vor dem Kriege die Hauptlieferanten waren. Die zukünftigen Aussichten der deutschen Thomasmehlbelieferung hängen allein von der Entwicklung der deutschen Eisenindustrie ab, die ihrerseits wieder eng mit den Fragen des Rheinlandes und Saargebiets verbunden ist. Auch hier sind die Aussichten recht trübe, da ein Import nicht in Frage kommt.

Tabelle 18 verzeichnet auch den Kalihandel der Erde; es sei erwähnt, dass zur Zeit noch das deutsche Kalimonopol besteht, da die Ausbeute der lothringischen sowie besonders der spanischen Lager bisher eine geringe und die nordamerikanische Produktion aus Gesteinen zu teuer ist. —

Nachdem nun die weltwirtschaftliche Betrachtung der verschiedenen landwirtschaftlich wichtigen Artikel in ihrer Bedeutung für Deutschland abgeschlossen ist, muss noch ein Blick auf die einzelnen Überschussländer geworfen werden. War bisher bei den weltwirtschaftlichen Bedingungen und ihrem Einfluss auf die deutsche Landwirtschaft stets angenommen, dass sich die Produktionsverhältnisse des Auslandes gegen die Vorkriegszeit nicht nennenswert geändert haben, so ist jetzt unter Berücksichtigung der gewaltigen Erschütterungen der einzelnen Volkswirtschaften durch das Auftreten neuer Produktionsgebiete — wie es zu Anfang geschildert wurde — die Möglichkeit einer gesteigerten Produktion in den Vordergrund zu stellen; besonderes Gewicht ist auf die Verbesserung der Verkehrswege — also Eisenbahnen — zu legen, wobei jedoch die notwendige Einschränkung nur ein Eingehen auf die während des Krieges gebauten Bahnen, und auch nur auf die von hervorragender Bedeutung, erlaubt. Der soeben genannte Grund gestattet auch nur flüchtigstes Andeuten der landwirtschaftlichen Verhältnisse in den einzelnen Ländern, deren handelswirtschaftliche Bedeutung für die deutsche Landwirtschaft aus Tabelle 19 (S. 661 ff.) hervorgeht.

Der weltlandwirtschaftliche Überblick soll mit Australien beginnen, woselbst der Commonwealth of Australia als Gesamtheit betrachtet wird. Hier hat sich der ursprünglich nur in den regenreichen Gebieten des Ostens und Südostens getriebene Ackerbau unter systematischer Ausnutzung der vorhandenen Wassermengen mittels Stauanlagen und Wasserleitungen auch

in den trockneren Rand- und Binnengebieten ausdehnen können. Doch ist jetzt die von der Ungunst des Klimas bedingte äusserste Grenze erreicht, welche sich durch die gewaltigen Ernteertragsschwankungen zu erkennen gibt. Eine Ausdehnung der Anbaufläche ist nicht mehr möglich. — Die Viehzucht, besonders vertreten durch die Schafzucht von Neusüdwales und Queensland, Haupterwerbszweig der weissen Bevölkerung, hat sich tief landeinwärts in die trockene Zone geschoben, leidet aber sehr unter den klimatischen Verhältnissen. Die Zahl von 106 Millionen Schafen im Jahre 1891 fiel infolge einer langen Dürreperiode schnell auf 54 Millionen und erreichte 1906 erst wieder 83 ½ Million, was sich auf dem Weltmarkt in der Ausfuhr von Wolle und gefrorenen Hammelkörpern wiederspiegelte. Doch hat die Schafzucht dank des fortschreitenden wirtschaftlichen Aufschlusses absoluten Schaflandes noch grosse Entwicklungsmöglichkeiten; so fallen in die Jahre 1917/18 die grössten Fortschritte im Eisenbahnbau, die je in Australien gemacht wurden: die Ostwestüberlandbahn von Adelaide nach Perth, welche 1000 Meilen durch völlig wasser- und menschenleeres Land geht (davon 330 Meilen ohne die geringste Kurve), wurde vollendet. Im Exporthandel Australiens spielten vor dem Kriege (auf diese Zeit beziehen sich auch die nachfolgenden Angaben) England, die Union und Deutschland die Hauptrolle. Das in klimatischer Hinsicht bedeutend günstiger gestellte, durch Viehzucht und Gefrierfleischausfuhr wichtige Neuseeland sei auch erwähnt.

In Südamerika ist Argentinien dasjenige Land, das seine Produktion noch auf lange Jahre ganz beträchtlich steigern kann. Das regenarme Patagonien und der westliche Teil der Pampa Central eignen sich nur zur extensiven Schafzucht; die Bahnbauten der argentinischen Regierung zur Erschliessung des innern Patagoniens scheinen ein Missgriff gewesen zu sein, denn schon vor dem Kriege verkehrten hier die Züge nur einmal wöchentlich. Weiter nördlich in den zentralen Gebieten spielt die Rindviehzucht, unterstützt von grossen Alfalfaflächen, die Hauptrolle; ihre Produkte sind in den verschiedensten Formen konserviertes Fleisch (Gefrierfleisch, Kühlfleisch, Salzfleisch, Dörrfleisch), Häute und Talg. Durch den sich immer mehr nach dem Landinnern ausdehnenden Ackerbau wird der Viehzucht hier scharfe Konkurrenz gemacht. Konnte Argentinien 1877 noch nicht seinen eigenen Brotbedarf decken, so ist es gerade durch den Getreidebau dieser Gegenden am westlichen Ufer des Paranà in den Provinzen Santa Fé und Buenos Aires zu *dem* Getreideland der südlichen Hemisphäre geworden. Weizen und Mais sind die Hauptfrüchte, dann folgt Lein. — Und doch ist bisher noch nicht ein Zwölftel der fruchtbaren Pampas in Betrieb genommen! Welche Aussichten für die Zukunft, zumal der Eisenbahnbau bei geringen natürlichen Hindernissen schnell fortschreitet! Schon kreuzt die Linie Buenos Aires-Valparaiso, welche die Anden 3000 *m* hoch hinauf klimmt, den Kontinent. — In dem für Getreidebau infolge des trockenen Klimas ungünstigen Nordargentinien ist die Viehzucht die Haupteinnahmequelle, deren Absatz durch die kurz vor der Vollendung

stehende Linie Buenos Aires-Lima (ein Teil des vielgenannten panamerikanischen Bahnprojekts Buenos Aires-New York) ermöglicht und ausgedehnt werden wird. Erwähnt sei schliesslich die bedeutende Zuckerindustrie der nordwestlichen Provinzen. Vom Gesamtexport Argentiniens gingen $^1/_3$ nach Grossbritannien, je $^1/_6$ nach Deutschland und der Union, etwa $^1/_3$ liess sich als an unbekannte Ordre verschifft nicht feststellen. Im Kriege sind die Handelsbeziehungen zu Nordamerika bedeutend gewachsen; doch krankte das Land zeitweise am mangelnden Export, weshalb zum Beispiel Bahnen einige Zeit lang mit Maiskolben feuerten. Ausser dem schon erwähnten Bau von Kühlanstalten zur Fleischausfuhr hat in den letzten Jahren auch die Zahl der Molkereien und Käsefabriken nennenswert zugenommen.

Paraguay, dessen ganze männliche Bevölkerung in dem Kriege 1865/70 fast restlos dahingerafft wurde, hat aus diesem Grunde bisher keine weltwirtschaftliche Bedeutung erlangen können, doch sind die Zukunftsaussichten günstig und in den letzten Jahren hat bereits ein geringer Viehexport nach Argentinien begonnen. — Rinder- und Schafzucht spielen im Westen bzw. Zentrum des kleinsten der südamerikanischen Staaten, Uruguay, eine grosse Rolle; die Produkte gingen besonders nach Frankreich, Argentinien, Deutschland und Belgien; unter ihnen ist das Fleischextrakt der Liebig Company in Fray Bentos am untern Uruguay erwähnenswert, die im Jahre durchschnittlich 1 Million Stück Vieh schlachtete. — Im Kriege nahm Uruguay den Export von Kühl- und Gefrierfleisch nach England auf.

Die Vereinigten Staaten von Brasilien waren *bisher* nur durch tropische Produkte — vor allem Kaffee und Amazonasgummi — auf dem Weltmarkt vertreten; neuerdings gewinnt die Viehzucht im Innern des brasilianischen Berglandes und im Nordosten, im Staate Minas Geraes, durch Export von Häuten und Gefrierfleisch steigende Bedeutung. — Diese einseitige Produktion hat es mit sich gebracht, dass fast alles Getreide eingeführt werden muss. Um diesem Übel abzuhelfen, sind in den letzten Jahren, besonders auch im Kriege, von der Delegação executiva da Producção Nacional und der Sociedade Nacional de Agricultura gross angelegte Massnahmen zur Förderung der Polykultur in die Wege geleitet, wobei einerseits Mindestpreise, andrerseits Prämien in Form landwirtschaftlicher Maschinen den Getreidebau fördern sollen. Da ferner das Bahnnetz weiter ausgebaut wird, — allein im Kriege wurden 3 grössere neue Linien, eine bis an den Paraguayfluss, geschaffen — und mit 30 000 *km* im Jahre 1918 dem argentinischen nur wenig nachsteht, so liegt immerhin die Möglichkeit vor, dass sich der ins Leben gerufene Getreidebau auch auf dem Weltmarkt einst in irgend einer Form bemerkbar macht.

In Chile hat die bereits in den letzten Jahrzehnten gehobene Viehzucht sich derart entwickelt, dass während des Krieges Gefrierfleisch exportiert werden konnte, während der Ackerbau noch nicht zur Deckung des eigenen Bedarfs hinreicht. — Die Wichtigkeit des Salpeterexports wurde bereits an anderer Stelle erwähnt.

Die übrigen andinen Staaten Südamerikas, (Bolivien, Peru, Ecuador, Columbia), ferner Venezuela und Guayana, sowie schliesslich ganz Mittelamerika spielen nur durch tropische Produkte in der Weltlandwirtschaft eine Rolle. Ihr Hauptabsatzgebiet ist die Union. Dasselbe gilt für Westindien, welches das eigentliche Zentrum des amerikanischen Zuckerrohrbaus ist, dessen Rückwirkungen auf die deutsche Rübenproduktion schon erörtert wurden.

Weiter nördlich, in Mexico, beginnt die Zone des Getreidebaus, der in diesem Land neben dem Minenbetrieb den Nationalwohlstand begründete. Dass trotzdem Mexico bisher von landwirtschaftlichen Produkten nur mit tropischen Erzeugnissen nach aussen in Erscheinung getreten ist, liegt an den inneren, unruhigen Verhältnissen; hat jedoch die nordamerikanische Union in mehr oder weniger ferner Zeit erst die Suprematie über dies Land erlangt, so dürfte sich auch der Getreidebau und -export bedeutend heben, zumal die natürlichen Bedingungen dazu vorhanden sind. Auch die entwickelungsfähige Schafzucht im Nordwesten, in den Staaten Zacatecas und Chihuahua, sei erwähnt. Die wirtschaftliche Erschliessung Mexicos durch Schaffung neuer Verkehrswege hat in den letzten 5 Jahren keine Fortschritte gemacht; es sind im Gegenteil Bahnen von den sich bekämpfenden Parteien in grösserem Umfang zerstört worden. —

Möglichkeiten gesteigerter Getreideproduktion, vor allem durch Intensivierung, bestehen auch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, obwohl sie bereits $^1/_8$ der Gesamtwelternte hervorbringen. Das ursprüngliche Hauptanbaugebiet östlich des oberen Mississipi in den Staaten Ohio, Indiana, Illinois und Wisconsin dehnt sich mit dem schnellen Anwachsen der Bahnen immer weiter nach Westen aus, erstreckt sich östlich der Rocky Mountains von Texas am Golf von Mexico bis an die kanadische Grenze in den Staaten Dakota und Montana. Auch westlich der Rocky Mountains im Staate Washington, Oregon und California wird das günstige Weizenklima ausgenutzt; hier sind auch die Hauptzuckerrübengebiete gelegen. Man rechnet nun in Amerika damit, noch 30 Millionen acres, besonders die Trockenzone des Grossen Beckens, zu der Utah gehört, durch künstliche Bewässerung erschliessen zu können. — Die intensivste Viehhaltung der Union besteht in den Hauptanbaugebieten des Maises, des Indian corn, welcher hier die Basis zur Fütterung abgibt. Auch die Viehhaltung ist noch steigerungsfähig trotz des wachsenden Bedarfs im Inlande; werden doch die Oststaaten fast gänzlich von den Weststaaten über Land versorgt. Eine Vergrösserung der Ausfuhr landwirtschaftlicher Produkte aus der Union ist also trotz der Umgestaltung des Landes in ein Industrieland möglich. Dass in dieser Hinsicht im Kriege keine Fortschritte gemacht sind, liegt an der Umstellung des ganzen Wirtschaftslebens auf den Krieg, die es zum Beispiel auch mit sich brachte, dass im Jahre 1917 die geringsten Fortschritte im Eisenbahnbau seit dem Jahre 1864 stattgefunden haben; erwähnt sei noch, dass die Union vor dem Kriege den zweitbilligsten Frachttarif der Welt hatte, jedoch den höchsten Personentarif.

Der nördlichste Staat Amerikas, Canada, besitzt eine bis auf den heutigen Tag stets wachsende Bedeutung betreffs seiner Getreideproduktion. Seine Ernten haben sich seit den 70er Jahren verzehnfacht, sein Bahnnetz ist in den letzten dreissig Jahren um das 15fache vermehrt worden und hat die westlichen Teile des Landes erschlossen. Zu den 5 Hauptlinien, die den Kontinent in der Union von Ost nach West durchqueren, ist hier die sechste gekommen und hat gleichzeitig durch ihre Zweiglinien die Grundlage zu dem Aufschwung der westlichen Getreidegebiete in Assiniboia, Saskatchewan und Alberta gelegt. Dieses Vorschieben des Ackerbaus in die kalte kontinentale Zone, das man noch vor 30 Jahren für ausgeschlossen halten musste, wurde nur durch den intensiven Gebrauch von Maschinen ermöglicht. Nur so ist es gelungen, die kurze Vegetationsperiode Mai bis Juli zum Bau von Sommerkorn auszunutzen, denn Wintergetreide kann bei den jährlichen Temperaturunterschieden von 60° nicht gedeihen. Noch ganz bedeutende Ländereien können hier dem Getreidebau erschlossen werden, und Canada ist sicherlich das wichtigste Weizenland der Zukunft. Auch die Viehzucht hat an Bedeutung besonders im Kriege durch den angefangenen Export von Gefrierfleisch und Kühlfleisch nach England gewonnen; sie wird besonders im Osten in Quebec und Ontario auf den — deutschen Landwirtschaftsbetrieben ähnlichen — Farmen getrieben. Dass Canada vor dem Kriege mit Deutschland einen zu seiner weltwirtschaftlichen Bedeutung in keiner Beziehung stehenden Handel hatte, lag am Fehlen eines Handelsvertrages. Nur 1% der canadischen Ausfuhr ging nach Deutschland, 48% aber nach Grossbritannien und 40% nach der Union. — Beachtenswert ist, dass für den Export die Flüsse und Seen eine ausschlaggebende Rolle spielen: das canadische Binnenschiffahrtssystem ist das grösste der Welt. Die Bahnen transportieren die Produkte bis an die Seen, wo sie in Duluth und andern Orten umgeladen und auf der 3500 *km* langen Binnenwasserstrasse, von der nur 115 *km* künstliche Kanäle sind, nach Montreal als Umschlaghafen verfrachtet werden; der Verkehr auf dem Detroitflusse ist so gross wie der auf allen deutschen Wasserstrassen zusammen vor dem Kriege.

Ein kurzer Rückblick auf die wirtschaftliche Entwicklung Amerikas während des Krieges zeigt besonders die enger gewordenen Beziehungen zwischen Nord- und Südamerika. Noch auffälliger ist aber der Umschwung im Handel Amerikas nach andern Erdteilen; Europa hat seine Vormachtstellung eingebüsst und die Stunde scheint näher zu rücken, wo der Atlantik hinter dem Grossen Ozean an Bedeutung zurücktritt. Die anfangs beleuchtete starke Vergrösserung der Flotten Amerikas und Japans gibt die Erklärung. Und es erscheint wohl möglich, dass ein grosser Teil der landwirtschaftlichen Überschüsse Amerikas einst in wachsendem Mafse nach Westen geht. Denn Ostasien ist schon seit langem an der Grenze seiner landwirtschaftlichen Leistungsfähigkeit angekommen. China und vor allem Japan sind schon seit Jahren auf einen ziemlich bedeutenden Import angewiesen, der aber mit steigender Kultur — und dafür werden die amerikanischen und

japanischen Bahnbauten sorgen — sowie mit vermehrter Nachfrage nach Nahrungsmitteln immer grösser werden wird. In der Gegenwart beziehen diese beiden Länder ihren Reisimport aus Hinterindien, und das ist auch der Grund, weshalb das imperialistische Japan auf Französisch-Indochina und andere Teile Südostasiens sein besonderes Augenmerk richtet.

Für Getreidebau kommt in Asien ausser Sibirien und Ländern fernerer Zukunft, wie Mongolei und Mandschurei, nur Britisch Indien in Frage. Das Land wird hier von der Regierung, welche die grösste Grundeigentümerin der Welt ist, entweder direkt als freie Erbpacht (Rayatwàri-System in der Hindustanischen Tiefebene, im Pandschàb und in Madras) oder mittels grosser Zwischenpächter (Grosspächter, Gemeinschaften; Zamindàri-System im übrigen Indien) an die Bauern gegeben. Der 5. Teil des bebauten Gebiets ist künstlich bewässert, zumal die Reisfelder. Von den sehr zahlreichen angebauten Pflanzen spielen — bei Nichtbeachtung tropischer und subtropischer Gewächse — besonders der Weizen im Pandschàb, den nordwestlichen und zentralen Provinzen, sowie die Gerste für den Weltgetreidehandel die Hauptrolle, wohingegen Hirse und Reis die Grundlagen der Volksernährung bilden. Von den tierischen Produkten sind Häute und Wolle hervorzuheben, während Fleisch keine Bedeutung hat und bei der Abneigung der Hindus gegen das Schwein wohl auch nicht gewinnen wird. Eine nennenswerte Steigerung des Getreidebaus und der Ausfuhr, die ähnlich wie in Russland vielfach ein Zeichen der Not ist, darf nicht erwartet werden; ein Anwachsen des landwirtschaftlichen Exports wird vielmehr eher andere subtropische Nutzpflanzen betreffen, deren Kulturförderung sich die britische Regierung sehr annimmt. — Indien ist das Land der billigsten Bahntarife für Frachten und Personen.

Über Persien, wo fruchtbares Ackerland eine Ausnahme im Landschaftsbilde darstellt, sowie über das Gebiet der ehemaligen Türkei sind nicht viel Worte zu verlieren. Die unbedeutende Ausfuhr Anatoliens und Syriens, besonders an Weizen und Gerste, dürfte in absehbarer Zeit nicht vergrösserungsfähig sein; und auch die Wiederherstellung der verfallenen Wasserwerke Obermesopotamiens und das damit verbundene neue Aufblühen des Getreidebaus liegt noch in weiter Ferne. Die Grundlagen dazu sind zwar jetzt schon von Deutschen durch den Bau der Bagdadbahn geschaffen, und die Engländer werden die Früchte deutscher Tätigkeit ernten.

Von Syrien führt der Weg nach Ägypten über jene Länderbrücke, die das asiatische Kolonialreich Englands mit dem afrikanischen verbindet und die jetzt durch Fertigstellung der Bahn Jerusalem-Cairo besondere Bedeutung erlangt hat. In der Landwirtschaft Ägyptens, des Mittelpunkts des englischen Weltreichs, spielt nun zwar der Baumwollbau die Hauptrolle; aber auch die Getreideproduktion, besonders des Maises, ist von Bedeutung, und ihre Steigerung mittels ausgiebiger Bewässerung möglich. Im übrigen englischen Afrika — und dazu muss nun nach Beendigung des Krieges der ganze Nordost-, Ost-, Süd- und Südwestteil gerechnet werden, da man

Moçambique und Angola mit den zahlreichen englischen Unternehmungen nicht mehr als wirklichen portugiesischen Besitz ansprechen kann — spielt der Getreideexport überhaupt keine Rolle; und die Viehzucht hat nur im Süden Bedeutung. Diese ist aber von grosser Wichtigkeit für den Weltmarkt einerseits durch Wollieferung, andrerseits durch Ausfuhr von Häuten, Kühl- und Gefrierfleisch; der Export der letzteren beiden Produkte hat sich, wie gezeigt, erst im Kriege entwickelt und dehnt sich immer weiter aus; teilweise auf Kosten der Zucht von Straussen, deren Zahl von 1 Million im Jahre 1913 auf 400000 im Jahre 1916 besonders auch infolge des englischen Einfuhrverbotes für Straussenfedern zurückgegangen ist. Die Viehzucht Afrikas ist noch steigerungsfähig und wird durch die wirtschaftliche Erschliessung des Landes wachsenden Einfluss auf dem Weltmarkt erlangen; die vielen Neubauten von Bahnen, unter denen die schnell fortschreitende Cap-Cairo-Bahn die erwähnenswerteste ist, tragen dazu bei. Bemerkt sei hier, dass die Engländer in den einst deutschen Kolonien einerseits die Usambarabahn mit der Ugandabahn verbunden, andrerseits die Walfischbai an die bei Swakopmund beginnende Linie angeschlossen haben, was den Niedergang des letzteren Hafens infolge seiner ungünstigen Reede zur Folge haben wird.

Auch der noch nicht erwähnte Teil Afrikas, der neben einigen englischen Besitzungen und Belgisch-Kongo ganz unter französischem Einfluss steht, zeigt, dass der Wert der landwirtschaftlichen Erzeugnisse dieses Erdteils bei weitem nicht so gross ist, wie man nach der Grösse des Kontinents und seinem natürlichen Reichtum erwarten sollte. Von dem französischen Afrika kommen nur die westlichen Mittelmeerländer als Getreideproduzenten in Frage, die zum Teil erst erschlossen werden müssen wie Marrokko, zum Teil schon jetzt den Weltmarkt beliefern, wie Algier und Tunis. Auch die Viehzucht dieser Gebiete ist in ihren Erträgen noch recht zu heben, und Frankreich bemüht sich durch Bahnbauten um die wirtschaftliche Gewinnung des reichlich vorhandenen Neulandes; sein Bahnnetz in Afrika betrug jedoch 1918 erst ca. 5000 *km*.

In Europa interessiert, von Deutschland abgesehen, nur Grossbritannien, dessen Entwicklung im Kriege zeigt, wie sich durch innere Umwandlungen so ausgesprochener Importländer Rückwirkungen auf dem Weltmarkt bemerkbar machen. Der U-bootkrieg veranlasste England am 21. August 1917 zur Herausgabe von „An act for encouraging the production of corn and for purposes connected therewith including provision as to agricultural wages and rents" — also ein Gesetz zur Förderung des Getreidebaus mittels Mindestpreisfestsetzung, Mindestlohn für Landarbeiter, Begrenzung der Pachtrenten, dessen Erfolg man in der Umlegung von 4 Millionen acres Weide in Ackerland sieht, so dass bei vorsichtiger Schätzung ein Import von 2 Millionen Tonnen Getreide gedeckt wurde. Ob diese Umwandlung nun eine bleibende sein wird, vermag erst die Zukunft zu erweisen. Erwähnt seien noch die Bestrebungen Frankreichs, Italiens und der Schweiz in den letzten 4 Jahren, sich durch Produktionsprämien von der Einfuhr unabhängiger zu machen.

Als Abschluss dieses Überblicks seien diejenigen Länder mit einst grosser Ausfuhr betrachtet, die zukünftig für Deutschland die Hauptbedeutung erlangen werden: der Osten und Südosten Europas. Über die aus der einstigen Donaumonarchie neu entstandenen Staaten lassen sich schwer genauere Angaben machen; einen Rückblick in die Vergangenheit erschwert die alte Statistik, die Österreich-Ungarn einschliesslich Bosnien-Herzegowina und Liechtenstein als einheitliches Zollgebiet betrachtete; den Blick in die Zukunft der Umstand, dass die Grenzen der einzelnen Staaten noch nicht endgültig festgelegt sind. Wie verschieden der Anteil der einzelnen Distrikte des alten Österreich an der landwirtschaftlichen Produktion war, zeigen als Beispiel die Zuckerfabriken, die fast sämtlich in der jetzigen Tschecho-Slowakei liegen. — Rumänien, das vor dem Kriege bereits eine der Kornkammern Europas trotz veralteter Verfahren und Geräte war und daher nur einen Bruchteil der möglichen Produktion lieferte, ist durch Modernisierung einer bedeutenden Steigerung fähig; letzteres gilt auch vom Gebiet des alten Bulgarien. — Die stärkste landwirtschaftliche Produktion Europas besitzt aber Russland, das vor dem Krieg ein Drittel der Ernte unseres Erdteils hervorbrachte. Die grosse Mannigfaltigkeit seiner Produktion und Ausfuhr ist schon öfter genannt; Tabelle 19 (S. 663) gibt eine genauere Übersicht. Erwähnt sei besonders die bis zur Revolution ständig gewachsene, jetzt aber sehr zurückgegangene Baumwollproduktion in Turkestan, die durch zum Teil erst im Kriege erbaute Bahnen wesentlich gefördert worden war; eine 1916 eröffnete Linie (Tarmes-Neu Bucharà) hatte die wertvollen Baumwollgebiete von Ostbucharà erschlossen. Dass Russland nach Rückkehr stabiler innerpolitischer Verhältnisse wieder exportieren kann, wenn auch nicht im früheren Umfange, ist zweifellos. Ob eine Ausdehnung der Anbaufläche besonders in Sibirien wirtschaftlich rentabel ist, vermag erst die Zukunft zu lehren; vor dem Kriege war im allgemeinen die Grenze der extensiven Ausdehnung des Getreidebaus erreicht, da die Bahnfrachten von Sibirien nach den zur Ausfuhr in Betracht kommenden Ostseehäfen und nach Archangelsk sehr hoch waren; so kostete ein Pud Korn von Nowo-Nikolajewsk in Sibirien nach Libau — eine Strecke von 4100 Werst — 59 $^1/_2$ Kopeke, also pro Tonne 77,11 M. Der Umstand jedoch, dass für Zentral- und Osteuropa bei der entwerteten Valuta Schiffsfrachten noch auf Jahre hinaus unerschwinglich teuer sind, vermag in Zukunft diesen Bahntransport immerhin billiger zu gestalten, als es die bei einem Import aus transozeanischen Ländern zu bezahlenden Frachten wären. —

Tabelle 19.

Deutschlands Spezialhandel in den landwirtschaftlich wichtigen Stoffen mit den hauptsächlichsten Bezugs- und Absatzgebieten im Jahre 1913.

(Zahlen geben den Wert in Millionen Mark an.)

Australien.

Australischer Bund.	*Einfuhr*:	Wolle	165
		Weizen	15

Afrika.

Brit. Süd-Afrika.

Einfuhr:

Wolle 50

Ägypten.

Einfuhr:

Baumwolle 73
Baumwollsamen 35

Asien.

Brit. Indien.

Einfuhr:

Jute 92
Reis u. Reisabfälle 87
Baumwolle 59
Rindshäute 48
Raps und Rübsen 30
Leinsaat 17
Weizen 10

China.

Einfuhr:

Sesam 23
Sojabohnen 18
Rindshäute 17

Niederländ. Indien.

Einfuhr:

Rohtabak 78

Nordamerika.

Canada.

Einfuhr:

Weizen 52
Mähmaschinen 4

Ausfuhr:

Zucker 3

Union.

Einfuhr:

Baumwolle 462
Weizen 165
Schweineschmalz 112
Obst 37
Ölkuchen 32
Nadelholz 27
Futtergerste 23
Phosphors. Kalk 21
Mais 19
Mähmaschinen 18
Kleie 15
Häute 7
Rohtabak 7
Hafer 6

Ausfuhr:

Abraumsalze 23
Zuckerrübensamen 4

Südamerika.

Argentinien.

Einfuhr:

Leinsaat 99
Wolle 90
Häute usw. 78
Weizen 75
Mais 62
Hafer 19

Ausfuhr:

Zucker 6

Brasilien.

Einfuhr:

Kaffee 142
Häute 27
Rohtabak 12

Chile.

Einfuhr:

Salpeter 171

Peru.

Einfuhr:

Guano 4

Europa.

Belgien.

Einfuhr:

Pferde 28
Wolle 27
Thomasmehl 11
Erzschlacken 10

Ausfuhr:

Roggen 13
Weizen 9
Hafer 8

Dänemark.

Einfuhr:

Rahm 28
Pferde 22
Kühe 22
Jungvieh 18
Rindfleisch 14

Ausfuhr:

Roggen 23
Weizen 9
Mehl 8
Hafer 8

Finland.

Einfuhr:

Holz 27
Butter 5

Ausfuhr:

Roggenmehl 12
Weizenmehl 9

Frankreich.

Einfuhr:

Häute 39
Obst 21
Fasswein 21
Wolle 15
Kleesaat 11
Gemüse 9
Ölkuchen 8
Pferde 7
Thomasschlacke 5

Ausfuhr:

Weizen 41
Hafer 18
Roggenmehl 10
Rindshäute 5

Grossbritannien.

Einfuhr:

Kleie 9
Ölkuchen 5
Pferde 5
Grassaat 4

Ausfuhr:

Zucker 191
Hafer 22

Italien.

Einfuhr:

Obst 47
Hanf 13
Kartoffeln 7

Ausfuhr:

Weizen	4

Niederlande.

Einfuhr:

Butter	42
Käse	22
Pferde	12
Gurken, Salat	12
Rindfleisch	11
Schweinefleisch	10
Kartoffeln	10
Eier	10
Rindshäute	8
Obst	8
Hühner	5
Blumenkohl	5
Kleie	5

Ausfuhr:

Roggen	20
Hafer	13
Weizen	10
Abraumsalze	8
Weizenmehl	7
Thomasmehl	6
Schwefels. Ammon.	5
Rübenzucker	4

Norwegen.

Einfuhr:

Kalksalpeter	8

Ausfuhr:

Roggen	15
Zucker	12
Roggenmehl	10

Österreich-Ungarn.

Einfuhr:

Eier	76
Holz	55
Rindshäute	41
Malzgerste	21
Ochsen	19
Geflügel	10
Hopfen	8
Äpfel	8
Schwefels. Ammon.	6
Pferde	6
Kühe	5
Rotkleesaat	4

Ausfuhr:

Häute	16
Thomasmehl	10
Zuckerrübensamen	8
Superphosphate	6
Wolle	6
Abraumsalze	5

Rumänien.

Einfuhr:

Weizen	16
Gerste	10
Mais	8
Eier	6
Raps und Rübsen	5

Russland.

Einfuhr:

Gerste	326
Nadelholz	93
Weizen	82
Eier	80
Butter	63
Kleie	60
Flachs	53
Häute usw.	46
Ölkuchen	42
Federvieh, lebend	38
Roggen	36
Hafer	33
Pferde	25
Schweine	25
Erbsen	17
Laubholz, weich	11
Mais	10
Leinsaat	9
Eichenholz	9
Weisskleesaat	7
Federvieh, tot	7
Rotkleesaat	7
Zuckerrübensamen	6
Schweinefleisch	6
Luzernesaat	4

Ausfuhr:

Roggen	36
Rindshäute	28
Wolle	15
Pflüge	9
Superphosphate	8
Dreschmaschinen	7
Ldw. Lokomobilen	7
Hafer	6
Abraumsalze	6
Thomasmehl	5

Schweden.

Einfuhr:

Holz	34
Rindvieh	6

Ausfuhr:

Roggen	10
Abraumsalze	8
Hafer	4

Schweiz.

Einfuhr:

Käse	11
Rindshäute	8

Ausfuhr:

Hafer	10
Weizenmehl	9
Zucker	9
Weizen	5

Spanien.

Einfuhr:

Apfelsinen	20
Wein	15

Türkei.

Einfuhr:

Rohtabak	20
Rosinen	10

Ausfuhr:

Weizenmehl	3

Eine Zusammenfassung besagt: Zahlreiche Länder mit zum Teil recht steigerungsfähiger Produktion und Ausfuhr beschicken den Weltmarkt; Russland, Rumänien und Bulgarien zusammen lieferten von der Gesamtmenge des Welthandelgetreides ca. 40%; Deutschland war nur ein Abnehmer unter vielen, dessen alleiniger Ausfall die Volkswirtschaft keines Exportlandes zum Wanken bringt, besonders nicht die der transozeanischen Länder. Und doch kann Deutschland nicht ohne Anschluss an die Weltwirtschaft existieren! — Welchen Schluss lassen also diese Bedingungen für unsere zukünftige Wirtschaftspolitik ziehen? Wodurch muss die Grosse Politik,

die im Dienste der deutschen Volkswirtschaft zu stehen hat, bestimmt werden?

Der Wiederaufbau Deutschlands hängt von der Gesundung und kräftigen Entwicklung der jetzt am Rande des Abgrundes stehenden deutschen Landwirtschaft ab; Umschaltung des Wirtschaftslebens vom bisherigen Industriebetrieb zum nunmehr vorherrschenden Agrarbetrieb ist nötig. Nächstliegende Aufgabe der Landwirtschaft ist Lieferung der nötigsten Lebensmittel. Ein Erstarken der Landwirtschaft und damit des gesamten Wirtschaftslebens ist aber nur bei einem Anschluss an die Weltwirtschaft möglich. Wo ist dieser zu suchen? Nicht bei Amerika oder Japan, deren Imperialismus nicht mit deutschen Interessen in Einklang zu bringen ist; auch nicht in Westeuropa, von dem uns nicht, wie man oft meint, unser Wille zum Sozialismus trennt, sondern schwerwiegendste weltwirtschaftliche Differenzen und divergente Interessen, vermehrt durch den Hass unserer Feinde. Bekannt sind die Weigerungen englischer Firmen, mit den „huns" in Handelsbeziehungen zu treten, bekannt der Vernichtungswille Frankreichs; das Land, das den Jaurèsmörder straflos lässt, denkt nicht an Völkerversöhnung; bekannt sind die Aufrufe zu einem weiteren Wirtschaftskrieg gegen Deutschland; eine ganze Literatur ist erschienen, um Deutschlands alte Handelsbeziehungen leichter rauben zu können [1]). Und wenn diese Argumente nicht schwerwiegend genug erscheinen, so sei beachtet, dass Deutschlands Wirtschaft jetzt gänzlich in kontinentale Bahnen gelenkt ist, während die Englands und Frankreichs in erster Linie von kolonialpolitischen Gesichtspunkten bestimmt wird. England hat das von einem Lord Clive und Warren Hastings begonnene Werk nunmehr zu Ende geführt; die Landverbinduug der drei „C" Cap-Cairo-Calcutta ist verwirklicht; und um das Errungene zu halten und zu festigen, ist Deutschland nicht nötig; das hatte nur Wert, solange ein kaiserliches Russland in Persien gefahrdrohend war. Auch Frankreich hat einen gewissen Abschluss des unter allen Regierungen von verständnisvollen Kolonialpolitikern erfolgreich Erstrebten erreicht, da ihm der Versailler Friedensvertrag ein Weiterbestehen als Kolonialmacht ermöglicht hat; die Sicherung des Neubesitzes, „la pénétration pacifique", ist jetzt der Leitstern der französischen Wirtschaftspolitik, welche die in beiderseitigem Interesse liegenden mannigfachen, von Natur gegebenen wirtschaftlichen Wechselbeziehungen zu Deutschland nicht sehen, sondern dieses Land zur Erreichung jener Ziele gänzlich auspressen will. —

In Ost- und Südosteuropa liegt Deutschlands Sprungbrett zum Wiedereintritt in die Weltwirtschaft![2]) Über kurz oder lang müssen sich die inner-

[1]) Raffalovich, Präsident der russischen Handelskammer in Paris, verfasste das Buch „Russia, its trade and commerce", das der Erschliessung des einst von Deutschland innegehabten russischen Marktes durch England das Wort redet.

[2]) Hauptbedingung ist, dass Deutschland beschleunigt mit jenen Ländern in Fühlung tritt, soweit es nur irgend möglich erscheint, denn England, das in weitschauender Politik Handlungsreisende auf seinen Kriegsschiffen mitfahren lässt, arbeitet schon jetzt an der wirtschaftlichen Eroberung Russlands. Auch in Frankreich wies bereits 1918 ein gewisser Gauvain in seinem Buch „La question Yougoslave" auf die wirtschaftliche Vernachlässigung der Donauländer durch die Alliierten hin; und unlängst ist zur wirtschaftlichen

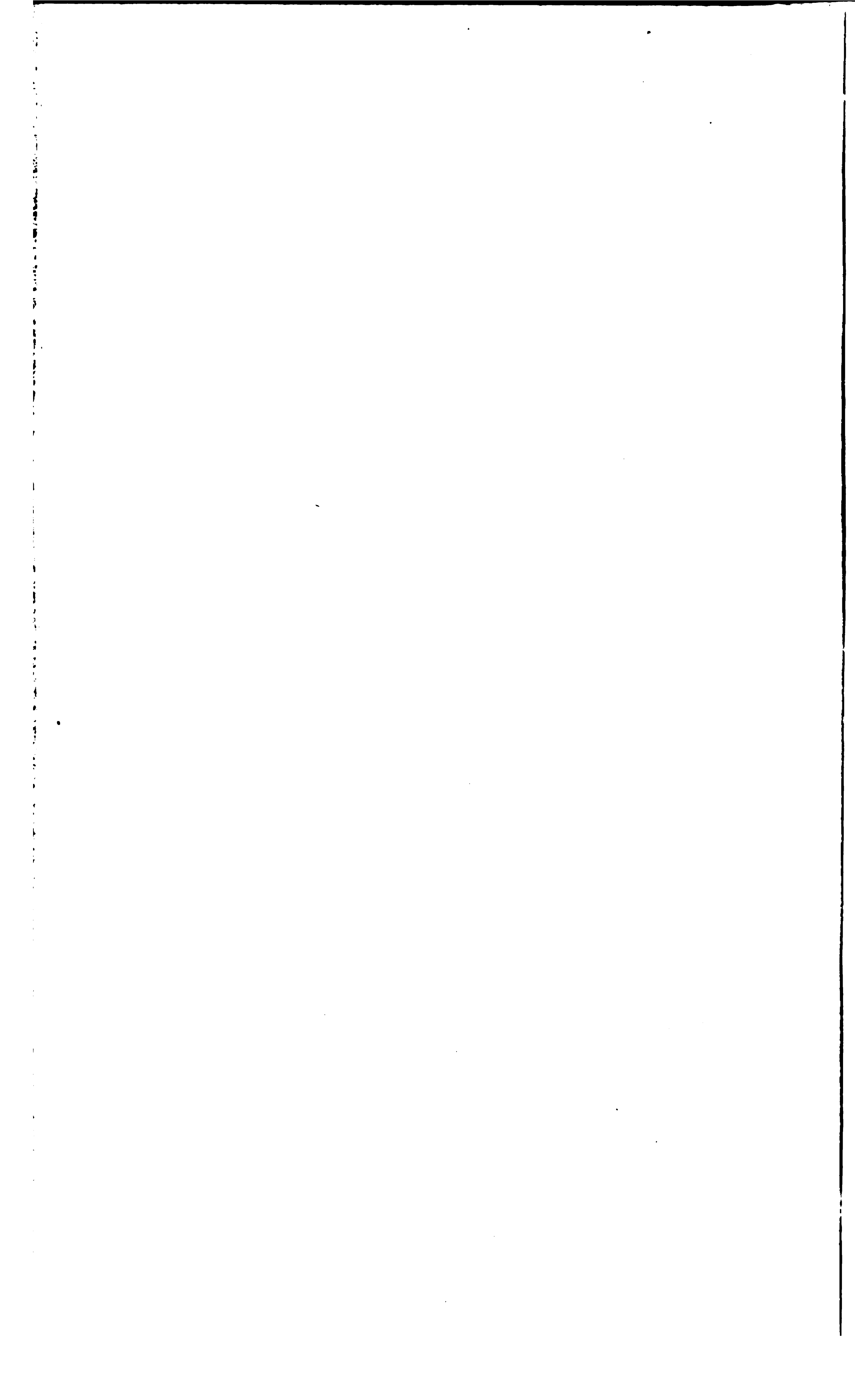
politischen Verhältnisse jener Länder wieder stabilisieren. Zwar wird das alte Zarenreich nicht neu erstehen, denn der in asiatischen Gedankengängen arbeitende russische Imperialismus wollte nur herrschen, legte aber kein Gewicht auf Russifizierung der Fremdvölker; doch auch ein Zusammengehen Deutschlands mit den jüngst geschaffenen Staaten liegt in beiderseitigem Interesse. Sowjet-Russland, Ukraine, Ungarn, Jugoslawien, Tschechokroatien wie auch Rumänen und Bulgarien werden durch gemeinsame Interessen mit Deutschland verbunden: sie alle leiden an ihrer besonders schlechten Valuta; einem Handelsaustausch unter ihnen stehen mithin keine Schwierigkeiten im Wege, sobald ihn nur irgendwie die innerpolitischen Verhältnisse gestatten. Jene Länder hungern nach den industriellen Produkten, die Deutschland erzeugt; dieses bedarf dringend neben zahlreichen andern landwirtschaftlichen Erzeugnissen des Getreideüberschusses jener Länder, nicht nur zur Volksernährung sondern auch als Viehfutter. Gewiss vermag in Zukunft zumal Russlands Ausfuhr nach der Zertrümmerung der Grossbetriebe die ehemalige Höhe nicht wieder zu erreichen; aber eine für Deutschland genügende Menge landwirtschaftlicher Produkte wird es abgeben können. — Dann die Wiederkehr der östlichen Wanderarbeiter! Die deutsche Industrie bedarf ihrer nicht, aber umso mehr die Landwirtschaft; und die Leute werden gern kommen, denn ihre Heimat bietet ihnen keine genügende Erwerbsgelegenheit; sie möglichst bald wieder ins Land zu rufen, muss eine der wichtigsten Aufgaben Deutschlands sein.

Erst durch diesen wirtschaftlichen Anschluss an den Osten wird der deutschen Landwirtschaft die Möglichkeit gegeben, das Hauptaugenmerk der erhöhten Viehproduktion zuzuwenden, welche — wie gezeigt — von den weltwirtschaftlichen Bedingungen erzwungen wird; im Ackerbau Deutschlands wird dann der Futterbau eine grössere Rolle spielen, während die Zuckerrübe die vor dem Kriege innegehabte Bedeutung kaum wieder erreichen kann. An Stelle des Getreidebaus, der nur bedingt mit der Weltwirtschaft und ihren Preisen zu konkurrieren vermag, wird in hohem Maſse die Viehproduktion an Bedeutung gewinnen. —

Gewiss löst dieser Anschluss an den Osten noch nicht alle Schwierigkeiten Deutschlands; insbesondere gilt es, die Beschaffung wichtiger Rohstoffe für unsere Industrie — auch der Rohphosphate — zu ermöglichen; aber diese östliche Hauptrichtung der deutschen Wirtschaftspolitik in näherer Zukunft verhindert ja nicht andere weltwirtschaftliche Beziehungen. Hier wird die Entscheidung in letzter Linie davon abhängen, ob der Schwerpunkt der Weltwirtschaft weiter in steigendem Maſse aus dem Atlantik nach dem Grossen Ozean verschoben wird.

(Abgeschlossen Mitte Januar 1920.)

Durchdringung dieses Gebiets die Société Française des pays Danubiens in engster Fühlung mit dem französich-amerikanischen Finanzkonsortium mit Sitzen in Prag, Budapest und Bucarest gegründet.



Die Zukunft der preussischen Landwirtschaftsschulen.

Von

Dr. **Johannes Hönig,** Oberlehrer an der Landwirtschaftsschule zu Liegnitz.

Schon während des Krieges machte sich in der deutschen Lehrerschaft und im deutschen Volke eine Bewegung zugunsten einer Umwandlung und, wie viele glaubten, einer notwendigen Verbesserung des deutschen Schulwesens geltend. Handelte es sich bei den Vertretern der höheren Schulen mehr um die Frage einer zweckmäßigeren Stundenverteilung auf die einzelnen Lehrfächer, z. B. um die Vermehrung des deutschen, geschichtlichen und erdkundlichen Unterrichts, auch um eine Erhöhung der Zahl der naturwissenschaftlichen Lehrstunden und die damit im Zusammenhang stehende Frage, wie man ohne Schädigung der Ziele den fremdsprachlichen Unterricht verkürzen könne, so ging von der Volksschullehrerschaft, getragen vom Deutschen Lehrerverein und ihrem Stimmführer Tews, die Forderung nach der deutschen Einheitsschule aus. Diese letztere Bewegung enthält sehr viel Richtiges und Gesundes. Wer sollte aus Gründen der geistigen Ökonomie dem Gedanken nicht zustimmen, daß die Entscheidung, welchem Schulsystem sich die Schüler ihrer Veranlagung nach am besten zuwenden sollten, möglichst weit, mindestens solange, bis man die Begabungsrichtung wirklich erkannt habe, hinausgeschoben werden müsse! Daher die Forderung nach einem möglichst einheitlichen und langjährigen Unterbau aller Schulen. Wer sollte den sozialen Gedanken, der in dieser Bewegung arbeitet, verkennen, wenn man bedenkt, daß die Einheitsschule als eine ihrer Hauptwirkungen die Überbrückung der durch Stand und Besitz arg zerklüfteten Schichten des deutschen Volkes anstrebt! Und niemand wird z. B. den idealen Geist ableugnen können, von dem gerade nach dem letzten Gesichtspunkt eine kleine Schrift bewegt ist, die ich hier nenne, weil sie, ohne sich auf die Konstruktion verzwackter Schulsysteme zu versteifen, gut und unterhaltend über die Beweggründe der Einheitsschule unterrichtet. Sie heißt „Die Lösung der sozialen Frage durch die Schule im neuen Deutschland" und ist verfaßt von Dr. A. H. Rose[1]). Andererseits kann man aber auch gerade

[1]) Leipzig, Verlag von Fr. Wilh. Grunow. 63 S.

an einer solchen Schrift und ihrer Unzulänglichkeit erkennen, wie die ideale Forderung mit den praktischen Erfordernissen keineswegs immer Schritt hält; wie das gute Alte verkannt wird; wie das gewünschte Neue auf schwankenden geldwirtschaftlichen Füßen steht; wie über den rein intellektuellen Forderungen die uns so dringend nötigen ethischen Forderungen ganz in den Hintergrund treten; wie vor allen Dingen die soziale Frage durch die Schule allein nicht gelöst werden kann, auch nicht durch die Einheitsschule, die in ihrem Schoße bereits Keime zu neuer sozialer Entfremdung birgt.

Und doch ist nach allem, was hinsichtlich der Einheitsschule bisher geschrieben und getan worden ist, kein Zweifel mehr, daß sie kommen wird, dafür bürgt die gegenwärtige und auch mutmaßliche zukünftige Gestaltung der Parteiverhältnisse im künftigen Deutschen Reichstag und in den einzelnen deutschen Landesversammlungen; denn wie alle wichtigen Lebensinteressen, so ist auch die Schule mit der Verwirklichung des Parlamentarismus und der demokratischen Staatsform abhängig geworden von den Forderungen, die die einzelnen Parteien auf ihr Banner geschrieben haben. Nun liegt aber naturgemäß den landwirtschaftlichen Kreisen Deutschlands der konservative Hang zum Alten, auch in der Schulfrage, näher als die starke Neuerungssucht der großstädtischen Arbeiterschichten, den höheren Lehrern, die zudem auf dem Gebiete der höheren Schule die einzig Erfahrenen sind, liegt eine abwartende oder hemmende Haltung gegenüber der schrankenlosen Neubewegung näher als der jungen Generation der Volksschullehrer, die mit der Lösung der Einheitsschulfrage — ob berechtigter- oder unberechtigtermaßen, bleibe dahingestellt — eine Erhöhung ihres Standes erwarten und wie der Jüngling von Saïs sehnsüchtig vor dem verschleierten Bilde der höheren Bildung stehen. Aber wie bei allen extremen Gegensätzen, die wohl zur neuzeugenden Bewegung, aber nicht zur fruchtbaren Ruhe gut sind, wird sich der Zustand der Fruchtbarkeit des neuen Gedankens der Einheitsschule erst dann einstellen, wenn es gelingen sollte, daß die extremen Richtungen auf mittlerem Wege sich zum Gedanken der gemeinsamen Arbeit am deutschen Volke entgegenkommen. Für die aber, die sich vor der neuen Zeit der deutschen Schule fürchten, ebenso für die, die zu viel von ihr erwarten, möchte ich zum Troste und zur Besinnung die Worte hinsetzen, die ich jüngst in einem Briefe fand, den ein deutscher Geschichtsschreiber während der revolutionären Zustände Italiens im Jahre 1863 an einen preußischen Staatsmann schrieb: „So wie es war, konnte es nicht bleiben, so wie es sein sollte, wird es leider nicht werden."

Anscheinend nun soll besonders das höhere Schulwesen vom Geiste der neuen Zeit betroffen werden. Da aber im übrigen der Begriff der Einheitsschule besagt, daß alle Schulen ohne Ausnahme in diese Form irgendwie einbezogen werden sollen, so muß selbstverständlich auch das landwirtschaftliche Schulwesen von ihm berührt werden, und am meisten interessiert davon sind wieder die Schulen, die ihrer Zahl nach nur gering, ihrer Form nach dem übrigen höheren Schulwesen am nächsten stehend,

ihrer Bedeutung nach aber viel zu wenig geschätzt, weil zu wenig gekannt sind, die eigentlichen Landwirtschaftsschulen.

Den wenigsten ist die Einrichtung der Landwirtschaftsschulen und der Zusammenhang, in dem diese mit dem übrigen höheren Schulwesen stehen, bekannt. Gemeinhin ist man geneigt, die Landwirtschaftsschulen, deren Zahl nach Kunzes „Kalender für das höhere Schulwesen Preußens und einiger anderer deutscher Staaten" zurzeit nur 18 beträgt, mit den weit zahlreicheren landwirtschaftlichen Winterschulen und Ackerbauschulen, denen ein Zusammenhang mit dem höheren Schulwesen zunächst fehlt, zu verwechseln oder diese an Bildungswerten grundverschiedenen Schulen auf eine Stufe zu stellen. Von diesen wenigen Landwirtschaftsschulen, die in Herford und Marggrabowa mit der Realschule, in Flensburg mit einer Oberrealschule verbunden sind, liegt zudem noch ein großer Bruchteil in kleineren Orten, die daneben keine andere höhere Lehranstalt besitzen, so daß naturgemäß die Berührung solcher Schulen mit den übrigen höheren Schulen nur gering ist, zumal auch die Lehrkörper solcher Anstalten leicht die Fühlung mit der übrigen Philologenschaft verlieren, obwohl die an den Landwirtschaftsschulen anzustellenden Lehrkräfte das Oberlehrerexamen oder, wenn sie landwirtschaftliche Fachlehrer sind, ein diesem völlig gleichwertiges Landwirtschaftslehrerexamen, das auch nach einer ebenbürtigen pädagogischen Vorbildung zur Führung der gleichen Amtsbezeichnungen wie der der übrigen Oberlehrer berechtigt, abgelegt haben müssen. Immerhin gehört doch an mancher Landwirtschaftsschule nicht ein einziger Oberlehrer einem Provinzialphilologenverein an, während an anderen, wie in Liegnitz und Lüdinghausen, sämtliche philologischen Mitglieder des Lehrkörpers auch Mitglieder des Philologenvereins sind.

Geht schon aus der äußeren Einrichtung des Kunzekalenders, der die Mitglieder der Landwirtschaftsschulen aufzeichnet, während er z. B. die zu den Lehrerseminaren abgewanderten Philologen nicht führt, ein gewisser Zusammenhang der Landwirtschaftsschulen mit den übrigen höheren Lehranstalten hervor, so ergibt sich ein solcher auch aus den Aufnahmebestimmungen wie aus dem Berechtigungswesen jener Schulen. Das Zeugnis der Reife für die Tertia einer höheren Lehranstalt berechtigt nämlich „zur Aufnahme in die unterste Klasse einer Landwirtschaftsschule"[1]), während andererseits durch Erlaß vom 8. Mai 1895 die Reifezeugnisse der Landwirtschaftsschulen „in bezug auf die Zulassung zum Subalterndienst den Reifezeugnissen der höheren Bürgerschulen und sonstigen realistischen Lehranstalten mit sechsjährigem Lehrgang gleichgestellt" werden[2]).

---

[1]) Beier, Die höheren Schulen in Preußen. 3. Auflage, S. 283.

[2]) Ebenda, S. 350, Anm. 1. Die Landwirtschaftsschulen, die gleichermaßen zum Aufsichtsbereich des Unterrichts- und des Landwirtschaftsministers gehören, unterstehen, von einigen Ausnahmen abgesehen, bis jetzt nicht der Aufsicht des Provinzialschulkollegiums, sondern der Regierung.

In der Tat nämlich stellen die Landwirtschaftsschulen, deren Lehrgang bisher mit der für sämtliche Schüler verbindlichen Prüfung der wissenschaftlichen Befähigung zum einjährigfreiwilligen Dienste schloß[1]), nichts anderes dar als eine sich mit einer Fremdsprache begnügende Realschule fachschulmäßigen Charakters, in der als Ersatz für die zweite Fremdsprache bei einer verhältnismäßig größeren Stundenzahl — der Lehrplan der Realschule weist in den letzten drei Klassen je 30 Stunden auf, der der Landwirtschaftsschule in III 36, in II und I je 37! — landwirtschaftliche und naturwissenschaftliche Fächer in verstärktem Maße eintreten.

Formell gehören der Landwirtschaftsschule nur drei Klassen (III, II und I) an, die im Vergleich mit den anderen höheren Lehranstalten der Untertertia, Obertertia und Untersekunda entsprechen. Es wäre also eine Landwirtschaftsschule, da die Versetzung nach Untertertia — zunächst gleichgültig, ob einer Gymnasial- oder Realanstalt — zur Vorbedingung der Aufnahme für die unterste Klasse gemacht ist, darauf angewiesen, eine Sammelstelle für abgehende Untertertianer der verschiedensten Lehranstalten zu bilden; und in der Tat wählt auch heute noch ein beträchtlicher Bruchteil der Landwirtschaftsschüler diesen Weg über andere Lehranstalten. Dieser Sachverhalt ist auch dasjenige, was von den Landwirtschaftsschulen, leider nicht immer zum Vorteil für deren wissenschaftlichen Ruf, gemeinhin am bekanntesten ist. Und es läßt sich nicht leugnen, daß auf diese Weise in der Tat eine Anzahl schwach veranlagter Köpfe den Eingang in die Schule sucht und findet. Es gibt aber unter den Zukömmlingen auch nicht wenige, die ohne Rücksicht auf ihre bisherigen Begabungsanzeichen die Landwirtschaftsschule erwählen, und zwar lediglich im Hinblick auf ihren künftigen landwirtschaftlichen Beruf oder die Aussicht, dereinst Erben eines Landgutes zu werden. Bei einem Teile der sogenannten Schwachbegabten erweist sich der von Psychologen schon so oft festgestellte, aber im bisherigen Schulwesen längst nicht genügend berücksichtigte Sachverhalt, daß einer mangelnden Sprachbegabung — oft ist es auch nur Vernachlässigung auf einer bestimmten Klassenstufe — eine starke praktische Begabung als Ausgleich entspricht. Und diese Schüler finden hier, obwohl der Lernstoff an sich nicht geringer ist als der an irgendeiner anderen Anstalt, ein erspießliches Fortkommen, da ihre mehr auf Anschauung als auf abstraktes Denken gerichtete Beanlagung in der ursprünglichen Anschauung ihrer meist ländlichen Herkunft und den vorwiegend anschaulichen Hilfsmitteln des Unterrichts eine geeignete Stütze findet.

Es erübrigt noch, darauf hinzuweisen, wie sich die Landwirtschaftsschulen mit ihrem an sich nur dreiklassigen System zwecks einer größeren Stetigkeit des Schulbetriebs abzufinden suchen, und wie die Sprachenfrage an ihnen geregelt ist.

Schon eingangs wurde angedeutet, daß in Marggrabowa und Herford die Landwirtschaftsschule aus einer mit dieser verbundenen

[1]) Die Prüfung besteht auch nach der Aufhebung der Militärberechtigung weiter.

Realschule hervorsprießt [1]). Es gehen dort also aus einem gemeinsamen Unterbau nach dem der Quarta entsprechenden Schuljahr — da wohl die wenigsten Landwirtschaftsschulen über Vorschulen im üblichen Sinne des Wortes, also vom 7. bis 9. Lebensjahr, das ist vom 1. bis 3. Schuljahr, verfügen, wird die VI in der Regel erst mit dem fünften, die III mit dem achten Schuljahr beginnen — zwei einander verwandte Schularten hervor, von denen die Landwirtschaftsschule sich durch Bevorzugung der naturwissenschaftlichen Fächer von der mehr sprachlich gerichteten Realschule unterscheidet. Ähnlich verhält es sich auch anderwärts, das heißt, es ist, wie z. B. in Liegnitz, ein bis zur III, also ebenfalls dem 8. Gesamtschuljahr, reichender Unterbau vorhanden, der den drei unteren Klassen einer Realschule durchaus entspricht. Nach der ordnungsmäßigen, zurzeit noch mit einer Art besonderer Aufnahmeprüfung verbrämten Versetzung aus IV treten die Schüler dann in die eigentliche Landwirtschaftsschule über. Hier vereinigen sie sich mit dem kleineren Teile der durch Zuzug von auswärts kommenden Schüler. Der Andrang schon nach VI, der untersten Klasse der Vorstufe, ist oft so stark, daß z. B. Ostern 1919 in Liegnitz nur mit Mühe eine Teilung dieser Klasse, welche Maßnahme aus Raummangel unmöglich gewesen wäre, vermieden werden konnte, während die Klassen von III ab ihrer großen Schülerzahl wegen regelmäßig geteilt werden müssen [2]), obwohl die Schule jetzt nur noch Landwirtssöhnen zugänglich gemacht werden kann [3]).

Welche Fremdsprache wird nun an der Landwirtschaftsschule betrieben? Der Lehrplan schreibt vor Englisch oder Französisch [4]). Da die Versetzung nach Untertertia Bedingung ist für die Aufnahme in die unterste Klasse (III) der Landwirtschaftsschule, so ist selbstverständlich, daß bei Wahl von Englisch als Fremdsprache dieser Unterricht in III ein Anfangsunterricht sein muß, also keinerlei englische Vorkenntnisse bei den Schülern vorauszusetzen braucht. Und so macht es z. B. die Landwirtschaftsschule von Marienburg, die zwar in den drei Klassen der realen Vorstufe Französisch betreibt, aber zum Zwecke einer gemeinsamen Grundlage aller Schüler, auch der vom humanistischen und Realgymnasium alten Stils kommenden, mit Englisch in III anfängt, Französisch aber fallen läßt [5]). Andere Schulen, z. B. Liegnitz, welche unter Voranstellung ästhetisch formaler Gesichtspunkte Französisch wählen, nehmen

---

[1]) Ähnlich liegen die Verhältnisse in Flensburg.

[2]) Die Liegnitzer Anstalt wurde Ostern 1918 mit 338 Schülern eröffnet.

[3]) In besonders begründeten Fällen gewährt der Direktor Ausnahmen. Die Sperre bewährt sich gut, denn sie bewahrt die Anstalt vor der Gefahr, vorwiegend zum Zweck eines mit einer einzigen Fremdsprache zu erreichenden Einjährigenzeugnisses mißbraucht zu werden. Sie wirkt aber auch sozial, indem sie zahlreichen Landwirtssöhnen ermöglicht, den bodenständigen Beruf des Vaters mit reichen Fachkenntnissen zu übernehmen.

[4]) s. C. Altenburg, Verordnungen, betreffend das Schulwesen des Regierungsbezirks Liegnitz. 3. Bearbeitung. S. 836 ff.

[5]) Die noch seltenen Reformschulen eines Systems, wie in Geestemünde und Osnabrück, das in VI bereits mit Englisch beginnt, kommen zur Zeit als Vorbereitungsanstalten für die III. Klasse der Landwirtschaftsschulen praktisch wohl kaum in Frage.

die französischen Kenntnisse ihrer eigenen Vorstufe, also den Stand einer Realschule oder Oberrealschule, zur Grundlage, was zudem in Liegnitz durch das örtliche Vorhandensein einer Oberrealschule, die erfahrungsgemäß viel Schüler schickt, berechtigt ist. Diese Schulen müssen dann von den wenigen Schülern, die vom Gymnasium alten Systems kommen, fordern, daß sie ihre französischen Kenntnisse im Laufe des ersten Schuljahres durch Sonderunterricht ergänzen. Für Englisch aber wird, wohl nicht bloß in Liegnitz, ein wahlfreier, den Schülern für geringes Entgelt zur Verfügung stehender Lehrgang abgehalten.

Das ungefähr ist der gegenwärtige Stand der preußischen Landwirtschaftsschulen. Es ist begreiflich, daß bei der großen Bewegung, die in der letzten Zeit durch alle Lehrergruppen und die Vertreter sämtlicher Schulsysteme ohne Ausnahme geht, teils um alte Bestände vor der Gefahr des völligen Umsturzes zu verteidigen, teils um längst gehegte Wünsche einer Neueinrichtung zum Siege zu bringen, auch die an Zahl verhältnismäßig geringen Vertreter der Landwirtschaftsschulen der neuen Entwicklung nicht müßig zusehen konnten. Waren doch gar in den „Richtlinien", die unter dem Namen des preußischen Unterrichtsministeriums im Sommer 1919 ausgegeben, später aber durch eine Berichtigung in der Deutschen Allgemeinen Zeitung in ihrem amtlichen Charakter bestritten wurden. „obgleich sie von einem Mitglied des Unterrichtsministeriums ausgearbeitet sind", die Landwirtschaftsschulen völlig übersehen worden, wenn es dort heißt: „Die deutsche Oberschule ist nicht bloß gelehrter Art, sondern sie gliedert sich in gelehrte und Fachschulen (höhere, gewerbs- und kunstgewerbliche, Handels- und Handelsrealschulen" [1]). Das hätte beinahe so aussehen können, als habe nun das letzte Stündlein der ohnehin noch nicht alten Landwirtschaftsschulen geschlagen. Aber man wird wohl eher annehmen, daß nicht die Vernichtungsabsicht, sondern eben lediglich die mangelnde Kenntnis von der Einrichtung der bisherigen Landwirtschaftsschulen jenes Schweigen des betreffenden Mitglieds des Unterrichtsministeriums veranlaßt hat.

Wie dem auch sei, die Gefahr, gänzlich übersehen zu werden — und das wäre ohne Zweifel ein Schaden für die ländliche Bevölkerung und die landwirtschaftlichen Interessen geworden — bestand. Das veranlaßte neben mancherlei andern Besorgnissen und Wünschen, die sich hinsichtlich der Landwirtschaftsschulen geltend machten, den Direktor der Landwirtschaftsschule von Lüdinghausen, Dr. Kleinsorge, für den 16. September 1919 eine Konferenz der im Westen Preußens gelegenen Landwirtschaftsschulen nach Hagen einzuberufen. Unterm 20. September nun wurde über diese Versammlung ein Bericht versandt, der das Ergebnis der Beratungen in 2 Thesen zusammenfaßt.

Mit der ersten These wird sich wohl jeder, der die Landwirtschaftsschule aus eigener Anschauung kennt, ohne weiteres einverstanden erklären. Sie lautet: „Die Landwirtschaft wird in Zukunft für das Volks-

[1]) Deutsches Philologenblatt, 23. Juli 1919, S. 385.

wirtschaftsleben eine noch größere Bedeutung haben als bisher. Der theoretischen Fachausbildung dienen landwirtschaftliche Winterschulen, Landwirtschaftsschulen, Seminare für Landwirte und Hochschulen. Die Landwirtschaftsschulen sind unter diesen ein wesentliches und selbständiges Bildungselement insofern, als sie die landwirtschaftliche Fachbildung und eine Allgemeinbildung, gleichwertig den höheren Lehranstalten, erstreben. Sie geben damit dem künftigen mittleren Landwirt eine gute Grundlage für seinen Beruf, machen ihn geeignet zur Übernahme einer führenden Stellung unter seinen Berufsgenossen und befähigen auch zur weiteren Fortbildung auf der Hochschule."

Diese These wurde bei einer Beratung, die in Liegnitz im Lehrerkollegium der Landwirtschaftsschule darüber stattfand, noch in einer wesentlichen Richtung dahin ergänzt: „Die Landwirtschaftsschule stellt für den doppelten Zweck der Allgemein- und Fachbildung die verhältnismäßig billigste und schnellste Art der Vorbereitung dar."

Auch die zweite These dieser Konferenz bringt sehr viel Beachtenswertes, stellt wichtige Forderungen für die Zukunft auf, wird aber, da die Wirkungen dieser Vorschläge noch nicht bekannt sind, zumindest erst erprobt werden müßten, natürlich nicht auf allgemeines und unbedingtes Einverständnis rechnen können. Sie heißt: „Die bevorstehende Neugestaltung des höheren Schulwesens ergibt für die Landwirtschaftsschulen die Notwendigkeit eines weiteren Ausbaus.

I. In der inneren Organisation.

a) Durch stärkere Entwicklung der Fachschulbildung.
b) Durch größere Verbindung mit der Praxis in Anlehnung an gut geleitete Wirtschaften, Versuchsfelder.
c) Durch Umbildung des Lehrplans unter Kürzung der Wochenstundenzahl.
d) Durch weitgehende Betätigung der Fachlehrer an der Wandertätigkeit.

II. In den Verwaltungsverhältnissen.

a) Durch einheitliche Regelung der Schulaufsicht (Provinzialschulkollegium).
b) Durch Beteiligung der Provinz an den Landwirtschaftsschulen zur Übernahme weitgehender Leistungen für diese.
c) Durch zweckentsprechende Vertretung der Landwirtschaftskammer im Verwaltungsrat."

Etwa gleichzeitig mit dieser Hager Direktorenversammlung erschien eine von dem Oberlehrer der Landwirtschaftsschule in Hildesheim H. Schaper herausgegebene kleine Schrift „Zur Reform der Landwirtschaftsschule" [1]). Für die Darstellung der tatsächlichen Verhältnisse auf Oldenburg, „Das landwirtschaftliche und zweckverwandte Unterrichtswesen Preußens" (1913), für die Reformvorschläge auf Reinhardt „Die

---

[1]) Hannover 1919. Verlag von M. u. H. Schaper, 23 S.

Neugestaltung des deutschen Schulwesens" (1919), fußend, zeigt er einen Weg, von dem er glaubt, „daß er ohne große Schwierigkeiten in Anlehnung an die altbewährten Einrichtungen dieser Schule zu einer zeitgemäßen Neuorganisation führt".

Auch er faßt, nachdem er zuvor einen geschichtlichen Überblick über die Entstehung der jetzigen Landwirtschaftsschulen gegeben, dann einem auf einer vierjährigen Grundschule aufgebauten Einheitsplan Reinhardts die Landwirtschaftsschule, wie er sie sich künftig denkt, eingegliedert und schließlich sich mit den von mir schon oben genannten sogenannten „Richtlinien" des Unterrichtsministeriums auseinandergesetzt hat, das Ergebnis seiner Darstellung in Leitsätze zusammen. Auch diesen Leitsätzen wird man einen praktischen Blick nicht absprechen können. Andrerseits bin ich, was jedoch nicht von diesen trefflichen Leitsätzen gilt, überzeugt, daß Schaper die an sich schon nicht gerade klaren „Richtlinien" in der Form, wie er sie — unter Fortlassung des dort zu Grunde gelegten Einteilungsprinzips[1]) — wiedergibt und zugleich auch auf die Landwirtschaftsschulen bezieht, die Unklarheit noch vermehrt hat. Von seinen Leitsätzen aber dürften wohl die Sätze 2—7 allgemeiner Zustimmung, wenigstens unter der Lehrerschaft, sicher sein, während sich gegen den 1., 9. und namentlich den 8. Satz, in dem das eigentliche Ergebnis der Schaperschen Schrift niedergelegt ist, auch mancherlei Bedenken geltend machen lassen.

Die Leitsätze heißen:

1. In technischer Beziehung sind sämtliche Landwirtschaftsschulen den Provinzialschulkollegien zu unterstellen.
2. Direktorenkonferenzen sind mindestens alle zwei Jahre einzuberufen.
3. In dem zu bildenden „Ausschuß für die Beratung der künftigen Gestaltung des Fortbildungs- und Fachschulwesens im Rahmen des Gesamtschulwesens" müssen die Landwirtschaftsschulen angemessen vertreten sein.
4. Den Schulausschüssen und Kuratorien der Schulen muß außer dem Direktor je ein von den Lehrerkollegien gewähltes Mitglied angehören.
5. Die Prüfungsordnung der Landwirtschaftsschulen ist unter Mitwirkung von Schulmännern sofort zeitgemäß umzugestalten.
6. Für die Höchstzahl der Schüler in den einzelnen Klassen gelten die gleichen Bestimmungen wie für die übrigen höheren Lehranstalten. Wünschenswert ist, daß die Schülerzahl in keiner Klasse mehr als 30 beträgt.
7. Die Leiter und Lehrer der Landwirtschaftsschulen sind in jeder Beziehung den Leitern und Lehrern der staatlichen höheren Lehranstalten gleichzustellen.
8. Eine Reform der Landwirtschaftsschulen darf nur in Anlehnung an den bisherigen bewährten Lehrplan vorgenommen werden.

[1]) Vergl. die Wiedergabe im D. Philologenblatt 1919, S. 384 ff.

Die Landwirtschaftsschule baut sich auf der Grundschule und weiterführenden Mittelschule (6. Schuljahr) auf und umfaßt vier Klassen (Untertertia bis Obersekunda). Sie lehrt grundsätzlich nur eine Fremdsprache (Englisch). Eine zweite Fremdsprache kann wahlfrei betrieben werden. Der Landwirtschaftsschule schließt sich die höhere Fachschule an, welche in zweijährigem Kursus (Prima) zur Reifeprüfung führt und im wesentlichen dieselben Berechtigungen hat wie die übrigen höheren Lehranstalten. Die Errichtung einer Vorklasse (Quarta) erscheint mit Rücksicht auf die verschiedenartige Vorbildung unserer Schüler notwendig.

9. Die Landwirtschaftsschule führt die amtliche Bezeichnung: Landwirtschaftliche Realschule, in Verbindung mit einer höheren Fachschule: Landwirtschaftliche Oberrealschule."

Ohne von Schapers Schrift Kenntnis zu haben, versuchte auch ich, lediglich im Hinblick auf die Hagener Beschlüsse, die mir erst nach Fertigstellung der ursprünglich für das deutsche Philologenblatt bestimmten Arbeit zugingen, in Nr. 84 und 85 der Deutschen Landwirtschaftlichen Presse unter der Überschrift „Die preußischen Landwirtschaftsschulen und die Neugestaltung des deutschen Schulwesens" mich mit einigen Ansichten, die namentlich von Boelitz und Schmiedeberg im Deutschen Philologenblatt über das sogenannte „Deutsche Gymnasium" oder die „vierte höhere Schule" vertreten wurden, auseinanderzusetzen und gleichzeitig für die Zukunft der Landwirtschaftsschulen Anregungen zu geben[1]). Dem damit von der Redaktion eröffneten „Meinungsaustausch" scheint sich aber niemand angeschlossen zu haben[1]). Dagegen wurde, während diese Arbeit noch in der Presse war, nun auch von den Landwirtschaftsschulen der östlichen Provinzen Preußens zu einer gegenseitigen Aussprache geschritten, die der Direktor der Landwirtschaftsschule zu Eldena, Dr. Koch, anregte. Quot capita, tot sensus, soviel Köpfe, soviel verschiedene Meinungen, das war, von gewissen allgemeinen Grundlagen, namentlich dem allgemein anerkannten Existenzrecht der Landwirtschaftsschulen und ihrer wirtschaftlichen und kulturellen Notwendigkeit abgesehen, der Eindruck, den man von dem Ergebnis der Rundfrage, das hier nicht im einzelnen wiedergegeben zu werden braucht, hatte. Aber diese Rundfrage hatte das Gute, daß sich auf Grund des keineswegs eindeutigen Ergebnisses nun auch die Direktoren der Landwirtschaftsschulen der östlichen Provinzen Preußens zu einer Beratung zusammenfanden, die am 18. und 19. Januar in Berlin in Anwesenheit des Geheimen Ober-Regierungsrats Dr. G. Oldenburg vom Preuß. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten stattfand. Freilich können die Beschlüsse, die dort gefaßt, die Anregungen, die dort gegeben worden sind, deren schriftlicher Bericht mir aber bei Abfassung dieser Arbeit noch nicht

[1]) Ich habe mich hier auf Teile dieses Aufsatzes gestützt.

[2]) Erst nach Absendung dieses Aufsatzes schrieb dort (Nr. 7, 24. Januar 1920) Oberlehrer H. Behlen „Über die Zukunft der Landwirtschaftsschulen".

vorliegt, während Direktor Dr. Wübbe in Liegnitz die Güte hatte, mir mündlich einige Mitteilungen zu machen, nur als vorläufig angesehen werden. Erst eine für die nächste Zeit zu erwartende Gesamtkonferenz aller Landwirtschaftsschuldirektoren Preußens kann nach Anhörung ihrer Lehrerkollegien zur Reformfrage endgültig Stellung nehmen. Es ist zu wünschen, daß die Gesamtkonferenz bald zusammentritt, damit die dort gefaßten Beschlüsse der Reichsschulkonferenz, die von dem am 27. November 1919 eröffneten Reichsschulausschuß in die Wege geleitet wird, vorgelegt werden können. Diese Beschlüsse werden sich wahrscheinlich, wenn die Landwirtschaftsschule den Zusammenhang mit den höheren Schulen nicht verlieren soll, im Rahmen dessen halten müssen, was der Vertretertag des Vereinsverbandes akademisch gebildeter Lehrer Deutschlands am 30. November und 1. Dezember und der Vertretertag des Preußischen Philologenverbandes am 2. Dezember zu Cassel beschlossen haben. Das Wichtigste hiervon, soweit es für die Landwirtschaftsschulen in Betracht kommt, ist der Beschluß, daß die Grundschule höchstens vierjährig sein soll, daß sich auf die Grundschule zwar auch eine sechsjährige Mittelschule aufbauen darf, daß aber diese Mittelschule nicht die Aufgabe hat, auf die höhere Schule vorzubereiten, sondern daß sich die höhere Schule unmittelbar an die vierjährige Grundschule anschließt. Unter diesen Umständen, vorausgesetzt, daß diesen Beschlüssen stattgegeben wird, brauchte sich also organisatorisch die Grundlage der bisherigen Landwirtschaftsschulen überhaupt nicht zu ändern, da ja in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle unter Berücksichtigung der ländlichen Schulverhältnisse unsere Schüler erst nach dem vollendeten vierten Schuljahr die erste Vorbereitungsklasse der Landwirtschaftsschule (VI) besuchen. Es wäre nur wichtig und ein wesentlicher Vorzug gegenüber dem jetzt geübten Brauch, daß die Schüler nur auf Grund eines erfolgreichen Besuchs der Grundschule, der amtlich zu bescheinigen wäre, aufgenommen werden dürften. Das würde die unteren Klassen von vielen mangelhaft vorgebildeten Schülern, die jetzt den Krebsschaden unsrer Schulen bilden, entlasten.

Von der Notwendigkeit der Hebung und Förderung des landwirtschaftlichen Unterrichts ist schließlich auch die Preußische Landesversammlung überzeugt. Zwar ist es zweifelhaft, ob unter den Abgeordneten, die sich aus allgemeinen Erwägungen dafür einsetzen, einer aus eigener Anschauung die Landwirtschaftsschulen, von denen hier die Rede ist, kennt, aber als allgemein günstiges Zeichen sei festgestellt, daß z. B. in der 69. Sitzung vom 22. Oktober der Landwirtschaftsminister Braun von der Notwendigkeit der Ausgestaltung des landwirtschaftlichen Unterrichtswesens sprach. In der nämlichen Sitzung beantragte das Zentrum durch seinen Sprecher Kaul die Einstellung einer Mehrsumme von 500000 Mk. in den Staatshaushalt zur Hebung des landwirtschaftlichen Unterrichtswesens.

Ergibt sich nun der Sachverhalt, daß einmal das landwirtschaftliche Bildungswesen als notwendig, andrerseits gewisse Reformen im Rahmen der zu erwartenden Neuordnung des gesamten deutschen Schulwesens als unabweislich erkannt werden, so möchte ich zum Schluß versuchen, die-

jenigen Leitsätze und Ansichten, die hierzu geäußert worden sind, aber als anfechtbar erscheinen, in ihren mutmaßlichen Wirkungen durch Gründe und Gegengründe zu beleuchten.

In der inneren Organisation fordern die Hagener Leitsätze „stärkere Entwicklung der Fachschulbildung". Eine Verstärkung des landwirtschaftlichen Unterrichts ist auch der Wunsch der meisten östlichen Lehrerkollegien. Dem steht aber zunächst hindernd entgegen die ebenfalls einmütig erkannte Notwendigkeit, die Gesamtwochenstundenzahl, die an keiner andern Art öffentlicher höherer Lehranstalten so groß ist wie bei uns, herabzumindern, während andrerseits der Vertretertag des Vereinsverbandes akademisch gebildeter Lehrer Deutschlands den bündigen Beschluß gefaßt hat: „In allen Schulen ist der deutsche Unterricht zu verstärken." Gegenüber dieser Sachlage sah die Berliner Direktorenkonferenz wohl ein, daß schon viel gewonnen sei, wenn man feststellte, daß auf keinen Fall diese beiden Fächer an Stundenzahl verlieren dürften, und zwar sollte der landwirtschaftliche Unterricht nicht, wie Schaper dem Übel abzuhelfen sucht, schon mit dem siebenten Schuljahr, sondern wie bisher erst mit dem achten Schuljahr (in III) beginnen, so zwar, daß in III wöchentlich 3, in II 5 und in I 6 Stunden Landwirtschaft erteilt werden. Da aber höchstens 34 verbindliche Wochenstunden gegeben werden sollten, gegenüber 37 nach dem gegenwärtigen Lehrplan, so müßten wohl die Fremdsprache und von den naturwissenschaftlichen Fächern diejenigen auf eine Kürzung gefaßt sein, die nur mittelbar praktischen Wert für den Landwirt besitzen. Das wären zunächst die beschreibenden Naturwissenschaften: Botanik und Zoologie: aber auch von den erklärenden Naturwissenschaften glaubt man der Chemie eine Stunde nehmen zu können, während auf Singen und Turnen wie bisher 3 Stunden verwendet werden sollten.

Auch die „größere Verbindung der Landwirtschaftsschulen mit der Praxis in Anlehnung an gut geleitete Wirtschaften, Versuchsfelder", ist ein berechtigter, aber nicht leicht zu erfüllender Wunsch, namentlich jetzt, wo dem Ankauf solcher Wirtschaften und Gelände, die doch auch nicht zu klein sein dürfen, unüberwindliche geldliche Schwierigkeiten entgegenstehen. Vielleicht aber ließe sich mancherorts, wo keine solchen Einrichtungen vorhanden sind, der Vorschlag von Dr. Wübbe verwirklichen, daß die Anstalt kontraktlich gegen Zahlung einer Entschädigungssumme das Recht erhält, ein in der Nähe liegendes, gut bewirtschaftetes Gut zu jeder beliebigen Zeit zu besichtigen.

Ob für „weitgehende Betätigung der Fachlehrer an der Wandertätigkeit" allgemeine Stimmung sein wird, ob vor allen Dingen dem nicht erhebliche praktische Schwierigkeiten, z. B. gesundheitlicher Art entgegenstehen, ob nicht auch die Stetigkeit des Unterrichts darunter litte, wage ich als Nichtfachmann nicht zu entscheiden.

In den Verwaltungsverhältnissen nun haben sich mit verschwindenden Ausnahmen alle für die einheitliche Regelung der Schul-

aufsicht durch das Provinzialschulkollegium entschieden. Wenn auch in Zukunft die Zweiteilung der Schulaufsicht durch das Provinzialschulkollegium (höhere Schulen) und Regierung (die übrigen Schulen) beibehalten werden sollte, so ist schon aus formalen Gründen zu wünschen, daß dem Beschlusse stattgegeben wird, zumal die mit Realschulen verbundenen Landwirtschaftsschulen, und wohl auch Eldena, bereits dem Provinzialschulkollegium unterstellt sind. Aber auch praktische Gründe liegen vor. In den seltensten Fällen wird der Regierungsschulrat naturwissenschaftlicher Fachmann sein. Ihm schweben, namentlich in den allgemein bildenden Fächern, immer die Abgangsleistungen des Lehrerseminars vor Augen. Dieser Maßstab auf die wesentlich jüngeren Schüler unserer Schulen angewandt, muß die Lehrer, die in Deutsch, Geschichte und Erdkunde, vielleicht auch in Französisch, die Prüfung abzunehmen haben, zu einem unzweckmäßigen Drill und zu unverdauter Stoffaufspeicherung von allerlei zu schnell wieder vergessenem Gedächtniskram in den Schülerköpfen verführen. Andrerseits wäre auch bei der Aufsicht durch die Provinzialschulkollegien die Gefahr vorhanden, daß der fachmäßige Charakter unsrer Schulen unberücksichtigt bleibt. Diese Aufsicht wäre nur dann ideal, wenn den Provinzialschulkollegien ein Fachschulrat oder ein aus den eigentümlichen Verhältnissen einer Landwirtschaftsschule hervorgegangener Schulrat beigegeben würde. Das würde sich bei der gegenwärtigen geringen Zahl von Landwirtschaftsschulen in den einzelnen Provinzen, wenn nicht gleichzeitig auch die Winterschulen diesen Behörden unterstellt würden, geldwirtschaftlich nicht lohnen, oder es müßte ein dem Kultus- wie dem Landwirtschaftsministerium gleichermaßen unterstellter Landesschulrat für Landwirtschaftsschulen bestellt werden. Diese Schwierigkeiten sieht auch der Bericht Dr. Kleinsorges, denn er fordert: „Bei der Auswahl der Schulräte müßte der Eigenart der Schulen Rechnung getragen werden.“

„Die Beteiligung der Provinz an den Landwirtschaftsschulen zur Übernahme weitgehender Leistungen für diese“ ist ohne Zweifel wünschenswert, wenn nicht überhaupt der Staat diese für ihn so wichtigen Schulen voll und ganz übernehmen will. Außerdem fordert der Hagener Bericht „zweckentsprechende Vertretung der Landwirtschaftskammer im Verwaltungsrat.“ Dieser Zustand wäre offenbar bei einigen Anstalten, z. B. bei den beiden schlesischen Anstalten in Liegnitz und Brieg, schon erreicht.

Nun bliebe noch Schapers 8. Leitsatz zu erörtern. Auch er verlangt wie alle andern Beschlüsse die Reform „nur in Anlehnung an den bisherigen bewährten Lehrplan“. Die Schaperschen Vorschäge, daß sich die künftige Landwirtschaftsschule nach der Grundschule in eine zweijährige Vorbereitungsstufe (Mittelschule) und in eine vierjährige Fachschule gliedern soll, eine Auffassung, der sich im allgemeinen auch Liegnitz anschloß, scheint in Berlin keine Zustimmung gefunden zu haben. Man zieht die bisherige Einrichtung von drei Vorbereitungsklassen und drei Fachklassen vor und hat also nicht den Ehrgeiz, die vierte Fachklasse nach Schaperschem Vorschlage dann als Obersekunda auszugeben. Andrer-

seits ist nicht zu verkennen, daß der Landwirtschaftsschule in ihrer jetzigen Gestalt ein Aufbau fehlt, der die besseren Schüler nicht bloß zum gastweisen, sondern auch zum voll und ganz prüfungsberechtigten Hochschulstudium führt, ein Aufbau, der also mit der Reifeprüfung abschließt, wie das auch die obengenannten ministeriellen Richtlinien für andere Fachschulen andeuten. Freilich könnten solche Aufbauschulen nur an einer geringen Zahl von Orten, die an sich schon starke Landwirtschaftsschulen haben, durchgeführt werden.

Auch die Vorschläge der Landwirtschaftsschule zu Eldena gehen über die bisherige Reichweite der Landwirtschaftsschulen hinaus. Eldena will zwischen die erste Schlußprüfung (Einjährigenprüfung) und die Reifeprüfung, die es nach nur einjährigem Besuch „der eigentlichen Fachklasse“ erteilen zu können glaubt, eine zweijährige praktische Lehrzeit einschieben. Die Berliner Konferenz hat sich zu diesem Vorschlage anscheinend nicht bekennen können, weil sie aus einem Zerreißen der Schulbildung durch eine zweijährige Praxis kein ersprießliches Ergebnis glaubte entnehmen zu können, zumal die Vorschläge Eldenas sich mit den rein praktischen Zielen der Seminare für Landwirte, wie sie schon bestehen, fast decken.

Auch die Fremdsprachenfrage spielt bei den Auslassungen Eldenas ebenso wie in den Leitsätzen Schapers eine Rolle. Beide entscheiden sich für Englisch, und auch die Berliner Konferenz scheint sich dieser Auffassung angeschlossen zu haben. Man gibt also dem praktischen Fremdsprachenzweck, dem Charakter der Schule entsprechend, den Vorzug vor dem formalen. Es fragt sich nur, ob dann Englisch erst, wie es jetzt z. B. in Marienburg der Fall ist, von III an beginnen oder schon in VI anfangen soll. Im ersteren Falle wird der einheitliche Charakter der Schule zerrissen und bei der in Aussicht stehenden Verkürzung des Sprachunterrichts wohl weder im Französischen (VI—IV), noch im Englischen (III—I) Erkleckliches geleistet werden, im zweiten Falle aber stehen denjenigen Schülern, die aus andern Anstalten, z. B. Real- und Oberrealschulen, von Klasse III ab auf die Landwirtschaftsschulen übergehen wollen, fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen, solange die genannte Art der Anstalten sich nicht ebenfalls für englischen Anfangsunterricht entscheidet. Nur dann wäre dem Englischen ein unbedingter Vorzug einzuräumen, wenn es für die Aufnahme in die III. Klasse, also die unterste Fachklasse, gleichgültig wäre, ob die Schüler in diese Klasse von einer höheren oder mittleren Lehranstalt oder gar der erfolgreich erledigten Grundschule sieben- oder achtklassigen Systems übergehen.

Wenn außerdem der praktische Fremdsprachenzweck gegenüber dem formalen in den Vordergrund tritt, so ist nicht einzusehen, warum nicht neben Englisch je nach der örtlichen Lage auch Russisch, Polnisch, Dänisch oder Französisch als jene eine Fremdsprache gelehrt werden sollte. Das Bedürfnis dazu ist offenbar gerade in der jetzigen Lage Deutschlands vorhanden. Der Einheitlichkeit würde eine solche Maßnahme allerdings nicht dienen.

Schaper hat in seinem letzten Leitsatz den Wunsch, es möchte für die Landwirtschaftsschulen die amtliche Bezeichnung „Landwirtschaftliche Realschule“, für die Oberrealschule die Bezeichnung „Landwirtschaftliche Oberrealschule“ eingeführt werden. Ich halte diese Bezeichnung ebenfalls für wünschenswert, nicht nur aus Standesbelangen der dort angestellten Oberlehrer, sondern auch deshalb, weil diese Bezeichnung ein deutlicherer, den Verwechslungen entzogener Ausdruck der Sache an sich würde.

Die biologische Bedeutung des Rapsglanzkäfers für Raps, Rübsen und Senf.

Beobachtungen und Versuche des Jahres 1919

von

Friedrich Faber, Dr. Gustav Fischer und Bertram Kalt.

Ausgeführt im Auftrage und mit Mitteln des Reichsausschusses für pflanzliche und tierische Öle und Fette an der Pflanzenzuchtstation des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle.

(Hierzu Tafel XII und 5 Textabbildungen.)

In Verbindung mit der mehrjährigen, praktischen Erfahrung, daß trotz starken Rapsglanzkäferbefalles eine gute Ernte gemacht wurde, berichtete B. Kalt (Kühn-Archiv, Band 7, S. 212 ff.) über Beobachtungen und gelegentliche Versuche. Dem angeregten Problem brachte der Reichsausschuß für pflanzliche und tierische Öle und Fette ein lebhaftes Interesse entgegen und stellte in großzügiger Weise namhafte Mittel für Ausführung weiterer Versuche zur Verfügung. Die Verfasser fühlen sich dem Reichsausschuß gegenüber zu besonderem Danke verpflichtet, daß er sie mit der Aufnahme neuer Untersuchungen beauftragte und sich die Förderung der Arbeit in hohem Maße angelegen sein ließ.

Das letzte Jahrfünft hat Deutschland durch die kriegerischen Ereignisse in dem Bezug und der Herstellung von mancherlei Rohstoffen und Lebensmitteln schwer geschädigt. Für die Volksernährung war besonders besorgniserregend die Fettknappheit. Mochte das deutsche Volk vor Kriegsbeginn einen Luxuskonsum an Ölen und Fetten auf Grund seines wirtschaftlichen Wohlstandes geübt haben, so trat bereits gegen Ende des Jahres 1915 ein Fettmangel ein, dessen Gefahren für die Volksgesundheit nicht zu verkennen waren. Die durch schlechte Ernten und die Blockade verursachte Futterknappheit und die Verringerung des Viehbestandes an Menge und Güte, das Ausbleiben ausländischer, besonders der tropischen und subtropischen Öle und Fette waren volkswirtschaftlich bedenkliche Erscheinungen, zu deren Beseitigung es der stärksten Anspannung aller Kräfte bedurfte. Aufgabe der deutschen Landwirtschaft war es, mit allen zu Gebote stehenden Mitteln Abhilfe zu schaffen. Aus dieser Not heraus entstand die Forderung nach einer Vermehrung des einheimischen Ölfruchtbaues, besonders der Vermehrung der wichtigsten deutschen Ölfrucht, des Rapses. Obgleich seit Friedensschluß endlich wieder die Aussicht auf Einfuhr von Ölen und Fetten besteht, so wird auch für die nächsten Jahre mit einem vermehrten Anbau von Ölpflanzen zu rechnen sein; denn die Kaufkraft des deutschen Geldes ist gering. In Würdigung der Notwendigkeit, den eigenen Bedarf nach Möglichkeit im

Inlande zu decken, hat die Reichsregierung die Höchstpreise der Ölfrüchte für das Jahr 1920 heraufgesetzt. Noch wichtiger für die Beibehaltung des Rapsbaues sind betriebswirtschaftliche Momente. Die ausgesprochene Vorliebe des Rapses für Stickstoffdünger, welchen der Landwirt eher beschaffen kann als phosphorsäurehaltige Düngemittel, und die geringere tägliche Leistung der Arbeiter bedingen eine Umstellung auf Kosten des Anbaues von Rüben, zumal deren technische Verarbeitung noch dazu durch die Kohlenknappheit erschwert wird. Der Raps vereinigt die Vorteile einer günstigen Arbeitsverteilung bei Bestellung und Ernte mit den Eigenschaften einer empfehlenswerten Vorfrucht.

Die Aufgabe landwirtschaftlich-wissenschaftlicher Institute wird es in den nächsten Jahren sein, dem Anbau des Rapses in weiterem Umfange die Wege zu ebnen. Die methodische Züchtung, welche mit bestem Erfolg von Lembke und anderen beschritten wird, ist auszubauen. Insbesondere ist eine Steigerung des Ertrages und des Fettgehaltes anzustreben, sowie eine sichere Winterfestigkeit für die Gebiete, welche den Einflüssen eines rauheren, kontinentalen Klimas ausgesetzt sind. Ein gleichwichtiges Ziel der Züchtung wie der Förderung des Ölfruchtanbaues überhaupt ist die Bekämpfung der an unseren Ölfrüchten zahlreich auftretenden tierischen Schädlinge. Eine in dieser Richtung liegende Forderung der letzten Jahre (v. Rümker, Mitt. d. Landwirtsch. Instituts d. Univ. Breslau Bd. 5, 1909, S. 8—69; Zimmermann, Illustr. Landw. Ztg. 39. Jahrgang, 1919, Nr. 33—34 und 35—36) lautet auf raschen Verlauf der Blüte. Begründet wird diese Forderung mit der Anschauung, daß ein rasch abblühender Raps den nachteiligen Einflüssen des Rapsglanzkäfers leichter entgeht.

Die Frage nach der Rolle, welche der Rapsglanzkäfer im Leben der heimischen Ölpflanzen spielt, erscheint durchaus noch nicht genügend geklärt und ist mit der Erweiterung, die der Ölfruchtbau bei uns in den letzten Jahren erfahren hat, erneut aufgeworfen worden. Während die Meinung älterer Autoren — sowohl der Entomologen wie der Pflanzenbauer — ausnahmslos die große Schädlichkeit dieses Käfers hinsichtlich einer Ertragsminderung unserer ölliefernden Kruziferen betonen, wurden von der Pflanzenzuchtstation des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle Beobachtungen gemacht, die sich in Widerspruch zu der bis dahin herrschenden Meinung setzten und den Rapsglanzkäfer als wenig schädlich, ja sogar als blütenbiologisch wichtig erscheinen ließen. Diese Beobachtungen und Versuchsergebnisse fanden von wissenschaftlicher wie von praktischer Seite sowohl Zustimmung als auch Widerspruch, und es war daher der Gedanke naheliegend, die vorjährigen Versuche, die ja ohnehin nur eine orientierende Aufgabe hatten und auch lediglich als „Erfahrungen im Kampfe gegen tierische Schädlinge unserer Kulturpflanzen“ berichtet waren, auf breiterer Grundlage mit besonderer Fragestellung zu wiederholen.

Bei der Sammlung des in dieser Abhandlung dargestellten Materials hat im besonderen Dr. G. Fischer die Beobachtungen und Versuche in

Freiland und Kulturen durchgeführt und wissenschaftlich verarbeitet, F. Faber die entomologischen Untersuchungen übernommen.

Dem Auftrage des Reichsausschusses für pflanzliche und tierische Öle und Fette, sich an erneuten Untersuchungen in diesem Jahre zu beteiligen, wurde um so eher Folge geleistet, als auf dem Versuchsfelde der Universität Halle ein ausgedehntes Sortiment von kultivierten Kruziferen zur Verfügung steht und sich die Pflanzenzuchtstation seit Jahren mit der Beobachtung des Rapsglanzkäfers befaßt. Hierbei wird besonderes Gewicht auf die biologischen Beziehungen zwischen dem Rapsglanzkäfer und den Kruziferen gelegt, da nach den bisher hier angestellten Beobachtungen der Nutzen dieses Tieres die ihm zugeschriebene Schädigung überwiegt. Der Pflanzenzuchtstation standen in diesem Jahre zur Verfügung:

5 Sorten Winterrübsen } von je 1 a Größe
11 „ Winterraps }
1 Sorte Sommerrübsen von 3 a Größe
1 „ weißer Senf von 2 a Größe,

ferner für schwierige Experimente einige qm im Freiland, sowie Topfkulturen von Sommerrübsen und Senf mit verschiedenen Aussaatterminen.

Der Holsteiner Winterrübsen begann am 24. April mit der Blüte, die übrigen Sorten von Rübsen und Raps schlossen sich in der Zeit bis zum 12. Mai an. Am 12. April wurden die ersten Käfer festgestellt, die damals, wie auch bei allen späteren Nachprüfungen, ausnahmslos als Meligethes aeneus Fb. bestimmt wurden. Am 2. Mai wurden die ersten Eier in Knospen gefunden. Bis Mitte Mai wurden nur allgemeine Beobachtungen angestellt. Raps und Rübsen blühten trotz des reichlichen Käferbefalls, trotz Eiablage und der sich entwickelnden Larven ohne sichtbare Störung ab. Der Fruchtansatz ging ohne Rücksicht auf die verschiedene Blütedauer der einzelnen Sorten normal vonstatten. Vom 19. Mai ab wurden zahlenmäßig zweimal in der Woche Eiablagestellen, Larven und Käfer in Knospen und Blüten, die Dauer der einzelnen Entwicklungsstadien, sowie die Einflüsse auf die Pflanzen und anderes mehr festgestellt. Eine Vorliebe für eine bestimmte Sorte war hierbei nicht nachweisbar. Die Ergebnisse waren jedesmal gleichsinnig. Aus diesem Grunde werden die Beobachtungen von Winterrübsen nicht mitgeteilt und die der einzelnen Rapssorten summarisch bearbeitet.

Über den Zeitpunkt der Kopulation fehlen zuverlässige Angaben. Sie soll im Frühjahr stattfinden nach dem Auftreten des Käfers, der in der Erde oder in anderen Schlupfwinkeln überwintert — ob als Puppe oder Imago, sei vorläufig dahingestellt. Bei der Auswahl der Eiablagestellen verfügen die Käfer über ein bestimmtes Wahlvermögen. Das Weibchen verschmäht hierbei solche Knospen, die durch Fraß der eigenen Art oder sonstwie geschädigt sind; jedoch ist es nicht selten, daß ein und dieselbe Knospe mehrmals bestiftet wird. Das Weibchen durchnagt mit seinen scharfen Oberkiefern gut erhaltene, kräftig entwickelte Knospen am Grunde der oberen, der Blütenachse zugewandten Seite. Die

Fraßstelle ist deutlich aus der beigefügten Zeichnung (Abb. 1a) erkennbar und unterscheidet sich durch ihre Kleinheit und die zumeist längliche Form von einfachen Fraßlöchern, die lediglich zur Nahrungsaufnahme ausgeführt wurden. Blüten und Knospen, welche noch etwa eine halbe Woche bis zum Öffnen gebrauchten, enthielten niemals Eier, sondern nur Larven. Das ist darin begründet, daß der Käfer die Blütenknospen 6—10 Tage vor dem Aufblühen bestiftet, während das Eistadium nur 4—8 Tage dauert. Die Einstichstelle wechselte in ihrer Größe. Messungen ergaben am Tage der Eiablage in der Länge 0,6 bis 1,2 mm, in der Breite 0,15 bis 0,4 mm. Mit zunehmendem Wachstum pflegten sich die bestifteten Knospen in Richtung der Einstichstelle infolge der eintretenden Ernährungsstörungen ein wenig zu verkrümmen (s. Abb. 1b). Im übrigen war trotz

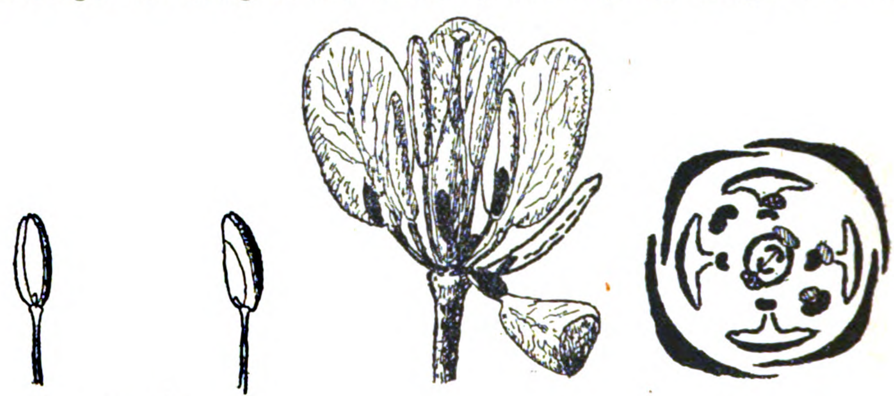


Abb. 1. Bestiftete Knospe mit Legeloch, in doppelt natürlicher Größe.

Abb. 2. Eiablagestellen, schwarz eingezeichnet, schematisiert, a) in der Seitenansicht der geöffneten Knospe, Kelchblätter z. T. entfernt, b) im Blütendiagramm.

der hohen Zahl der Eier und der großen Menge befallener Knospen (s. Tabelle 1, S. 685) die Eiablage ohne Einfluß auf die Entwicklung der Blüte und der späteren Frucht. Das hat seinen Grund darin, daß das Weibchen mit Ausnahme des Kelchblattes im wesentlichen keine weiteren Blütenteile verletzte. Vielmehr legte es die Eier in die Raumaussparung zwischen die Nägel der Blütenblätter an diese und die Antheren oder noch tiefer durch den Schlitz zwischen den Staubgefäßen hindurch an deren Innenseite und an das Gynaeceum (s. Abb. 2). Entgegen der Angabe früherer Autoren ging die Eiablage ohne Legeröhre vor sich. Es handelt sich um einen einfachen Legeapparat, wie er bei vielen Käfern besteht. Ein Legesäbel, wie z. B. bei Dytiscus, ist nicht vorhanden. Beim Legegeschäft frißt das Weibchen ein kleines Loch durch die Perigonblätter und bildet dann den Legeapparat dadurch, daß drei Körperringe, die in der Ruhe eingezogen und unsichtbar sind, wie ein Tubus ausgezogen werden. Mit dem so verlängerten Hinterleib werden durch das gefressene Loch hindurch die Eier ins Innere der Knospe hineingeschoben und dort angekittet (s. Abb. 2).

Einzeln und zu mehreren (bis 8 Stück) vereint, werden die elliptischen 0,9 mm langen und 0,28 mm breiten, weißen Eier im Innern

der Knospe angeklebt. Trotzdem stets nur eine Einstichstelle vorgefunden wurde, erscheint die Annahme berechtigt, daß die Eier, welche oft an verschiedenen Stellen saßen, von verschiedenen Weibchen stammten; denn es wurden festgeschlossene Knospen mit Eiern und zwei Larvengruppen von verschiedener Größe angetroffen. Eine Zuwanderung aus verwelkten Blüten ist wohl für die großen Larven möglich, aber nicht für die kleinen. Das Elterntier hatte, wie bereits erwähnt wurde, bei der Auswahl der Knospen für das Legegeschäft die Gewohnheit, mindestens für die ersten Tage, etwa für eine Woche, die wachsende Larve der Nahrungssorge zu entheben, und deshalb nur solche Knospen zu bestiften, deren Organe nach dem Ausschlüpfen der Larve dieser noch zarte Nahrung boten. Daß aber andererseits das Käferweibchen aus einem Instinkt für die Brutpflege bereits belegte Knospen meidet, wurde, wie bereits oben erwähnt, nicht bestätigt. Die beigefügte Tabelle 1, S. 685, ergibt einigermaßen sichere Daten über die Dauer der Eiablage, die sich mit einem Höhepunkt gegen Ende Mai von Anfang dieses Monats bis Mitte Juni erstreckt.

Tabelle 1.

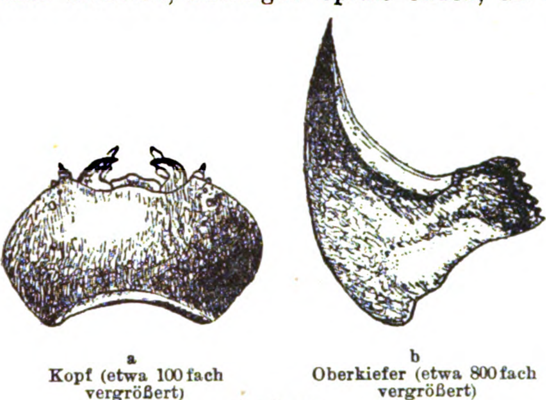
	Mittlere Dauer der Blüte	Ungefähre Dauer der Eiablage	Tag der Beobachtung	Prozentsatz der angestochenen Knospen [1]	Höchstzahl der Eier in Knospen	Höchstzahl der Larven in Knospen bezw. Blüten	Höchstzahl der Käfer in Knospen bezw. Blüten	Von 100 angestochenen Knospen enthielten Eier	Von 100 angestochenen Knospen enthielten Larven	Von 100 Blüten überhaupt enthielten Larven
Winterraps .	6. V.	2. V.	19. V.	41,3	9	11	7	66.0	34,0	50,8
	—	—	23. V.	60,0	9	9	8	47,3	52,7	68,2
	31. V.	31. V.	26. V.	73,8	8	17	7	29,7	70,3	83,8
			30. V.	77,8	6	15	7	24,1	75,9	82,9
Sommerrübsen	29.V.—	22. V.—	5. VI.	41,1	7	8	10	35,9	64,1	85,3
frühe Aussaat	22. VI.	15. VI.	15. VI.	11,3	6	6	11	3,0	97,0	11,4
Weißer Senf	17. VI.—	14. VI.—	15. VI.	<1	7	3	15	<1	<1	<1
	6. VII.	17. VI.	20. VI.—							
			3. VII.	—	—	—	14	—	—	—
			5. VII.	<1	3	2	12	<1	<1	<1
Sommerrübsen	3. VII.—	5. VII.—	5. VII.	<1	2	2	8	<1	<1	<1
späte Aussaat	26. VII.	12. VII.	12. VII.	<1	2	2	9	<1	<1	<1

In der gleichen Zeit begatteten sich die Käfer lebhaft. Die Frage nach dem Entwicklungsrhythmus und der Zahl der Generationen wird an anderer Stelle erörtert.

Innerhalb 4—8 Tagen schlüpft aus dem Ei die Larve aus, die sich nach 2—4 Wochen zu verpuppen pflegt. Die bis 4 mm lange, gelblichweiße Larve ist von walziger Gestalt. Der Kopf ist schwarzbraun, stark chitinisiert. An den drei vordersten der zwölf Körpersegmente sitzt je ein Beinpaar und am letzten ein warzenförmiger Nachschieber. Auf dem Rücken jedes Gliedes befinden sich zwei braune Chitinplättchen. Am Kopf

[1]) Ausgezählt wurden nur Knospen von 3 mm an aufwärts; diese benötigten noch etwa 2 Wochen bis zur Blüte.

(s. Abb. 3a) sitzen vorn beiderseits je drei kleine Punktaugen und ein Paar viergliedrige Fühler. Die Mundwerkzeuge bestehen erstens: aus der dünnen, chitinigen, abgerundeten, vorn mit sechs Zähnchen besetzten Oberlippe; zweitens: aus den kräftigen Oberkiefern (s. Abb. 3b), die in einer scharfen, chitinigen Spitze enden, an der Kaufläche eine Hohlkehle aufweisen und an der verbreiterten Grundfläche zwei Reihen kurzer Zähnchen tragen; drittens: aus den schwach chitinigen Unterkiefern mit dreigliedrigen, kurzen Tastern und viertens: aus der Unterlippe, die mit dem Kinn verwachsen ist und eine kleine, einfache, häutige Zunge und winzige Taster besitzt.



a Kopf (etwa 100fach vergrößert) — b Oberkiefer (etwa 800fach vergrößert) der Larve.
Abb. 3.

Als Hauptnahrung dienten den Larven die Pollenkörner von Knospen und Blüten. Die Epidermis der Staubgefäße wurde bereits in unreifem Zustande des Pollens durchnagt. Fraßstellen an Kelch- und Blumenblättern spielten demgegenüber eine untergeordnete Rolle. Wurden solche beobachtet, so waren an diesen Verletzungen in erster Linie die Käfer schuld, deren Mundwerkzeuge kräftiger entwickelt sind. Durch Larven geschädigte Gynaeceen wurden an Knospen und Blüten von Raps und Sommerrübsen in einer zweiwöchigen Untersuchungszeit erst am 30. Mai festgestellt, und zwar 0,5 %; hierbei blieben die Narben unangetastet. Die jungen Fruchtknoten zeigten zu 0,4 % oberflächliche Beschädigungen, die jedoch nur selten die Ursache für ein Ausbleiben des Schotenansatzes waren.

Am 2. Juni war der Raps völlig abgeblüht, die Schoten am unteren und mittleren Teil des Blütenstandes, die den meisten Samen lieferten, waren und blieben unverletzt. Die Ursachen der Schädigungen am oberen Teil der Traube entstammten verschiedenen Umständen. Jedenfalls vermochten die Larven noch weniger als die Imagines Blütenteile zu fressen, da die ersteren schwächere Oberkiefer besitzen. Fütterungsversuche bestätigten diese Auffassung. Nicht einmal kurz vor der Blüte stehende Knospen benagten die Larven bei Vorhandensein zarteren Futters. Erst bei Nahrungsmangel wurden die Larven gezwungen, das wählerische Benehmen aufzugeben. Eine solche Futternot lag sicherlich gegen Ende Mai beim Raps vor, da eine Vermehrung der Larven mit der abnehmenden Zahl der Knospen und Blüten einherging. Mikroskopische Untersuchungen des Darminhaltes und Kotes zeigten jetzt ein Zurücktreten des Pollens vor der gelblichgrünen, verdauten Futtermasse, die von anderen Pflanzenteilen stammte. In dem Darmtraktus der an dem später blühenden Rübsen und Senf lebenden Larven trat gleichfalls oft die Pollenmasse vor anderen Nahrungsstoffen zurück, wofür eine Erklärung nicht zu geben ist.

Im übrigen enthielten die Larven im Darm große Mengen von Pollen; ebenso überwog der Pollen als Bestandteil des Kotes. Die Larven krochen in den Blüten umher, und es lag somit die Vermutung nahe, daß die Larven für die Befruchtung der Kruziferen bedeutungsvoll oder gar die wichtigsten Pollenüberträger sind. An den Haaren der Körperringe hafteten regelmäßig zum Teil große Massen Pollenkörner. Von diesen beiden Gesichtspunkten aus war also zu prüfen, ob der verdaute sowohl wie der anhaftende Pollen eine praktisch wichtige Übertragung erfahren könnte. Eine Prüfung dieser Frage erschien um so wünschenswerter, als nach früheren Beobachtungen der verdaute Pollen im mikroskopischen Bilde unverändert und noch im Besitz der Keimkraft befunden wurde (s. Kalt a. a. O. S. 214 und 216). Diese Anschauung schien durch orientierende, künstliche Keimversuche und Befruchtungen kastrierter Blüten von Raps, Rübsen und Senf mit Kot und Darminhalt der Larve sich auch diesmal zu bestätigen.

Experimentelle Keimversuche wurden in 2, 5, 10, 20 und 30 %iger Zuckerlösung mit 1,5 % Gelatinegehalt (s. Strasburger und Koernicke, Das botanische Praktikum, 5. Auflage 1913, S. 597—599) bei Zimmertemperatur und in feuchten Kammern angestellt. Durch künstliches Einbringen eines unbefruchteten, reifen Gynaeceums wurde der Versuch gemacht, auf den Pollen eine chemotaktische Wirkung auszuüben. Die Höhe der Zuckerkonzentrationen erwies sich als gleichgültig auf den Verlauf der Versuche. Frischer Pollen pflegte nach 8 bis 10 Stunden, in Gegenwart eines Gynaeceums nach 1—2 Stunden zu keimen. Die Versuche ergaben weiterhin, daß der im Kot und im hinteren Darmdrittel der Larve enthaltene Pollen bei 48stündiger Beobachtungsdauer nicht keimte. Wurde zu diesem Präparate nicht gefressener Pollen hinzugefügt, so pflegte er in üblicher Weise zu keimen. Dies bewies klar und deutlich die Umformung des Pollens. Auch aus dem Vorderdarm entnommener Pollen hatte seine Keimfähigkeit verloren. Das Gynaeceum vermochte gleichfalls seine chemotaktischen Eigenschaften nicht zur Geltung zu bringen.

Da gefressener Pollen trotz der Wanderung durch den Darmtraktus äußerlich unverändert sein soll, mußte die Annahme gemacht werden, daß er durch die Verdauungssäfte des tierischen Organismus chemisch verändert sei. Zur Prüfung dieser Vermutung wurden Larven zerdrückt, mit wenig Wasser und frischem Pollen vermischt. Bereits nach $^1/_4$ stündiger Einwirkung vermochte Zucker-Gelatinelösung keine Keimung hervorzurufen; das Gynaeceum blieb in Parallelversuchen ohne Einfluß. Das günstige Ergebnis der Pollenkeimungen von Kalt (a. a. O. S. 214) ist nur derart zu deuten, daß am Körper der Larven unversehrter Pollen anhaftete, der eine Keimung gefressenen Pollens vorgetäuscht hatte. Setzte man nämlich zu den letztgenannten, eigenen Versuchen nachträglich unversehrten Pollen hinzu, so keimte dieser in üblicher Weise.

Es wurde bereits erwähnt, daß mit Kot und Darminhalt der Larven eine künstliche Befruchtung kastrierter Blüten gelungen wäre. An der Richtigkeit dieser vorjährigen Versuchsergebnisse mußte nach dem nega-

tiven Ausfall der Pollenkeimungsversuche gezweifelt werden. Die Befruchtungsversuche gestalteten sich dadurch schwierig, daß die Befreiung der Larve von anhaftendem Pollen nur mit Mühe zu erreichen war. Die Versuchspflanzen wurden bis auf fünf Knospen zurückgeschnitten und in diesen alsdann die Antheren entfernt. Die kastrierten Blüten wurden mit frischem Pollen, sowie mit Kot und Darmpollen aus dem hinteren Drittel der Larven, die aus geschlechtsreifen Blüten entnommen wurden, bestäubt. Mikroskopisch wurde vor der Befruchtung jedesmal geprüft, ob der Kot bezw. Darminhalt Pollen in größerer Menge enthielt. Das Ergebnis war:

Tabelle 2.

	Zahl der kastrierten Blüten	Zahl der Blüten, bestäubt mit:			Fruchtansatz bei Bestäubung mit:		
		Kot	Darminhalt	frischem Pollen	Kot	Darminhalt	frischem Pollen
Raps . . .	60	11	29	20	—	—	20
Rübsen . .	104	31	53	20	—	—	20
Senf . . .	62	14	38	10	—	—	10

Die mit Kot bezw. Darminhalt bestäubten Narben setzten gleich kastrierten, unbefruchteten Blüten keine Frucht an. Die Gynaeceen verwelkten nach einigen Tagen und fielen ab. Diese Versuche hatten also dasselbe Ergebnis wie die Pollenkeimungen auf Zuckerlösungen. Somit ist der Beweis erbracht, daß die Larve dem gefressenen Pollen Nahrungsstoffe entzog und ihn zur Fruktifikation ungeeignet machte.

Eine Überprüfung dieses Befundes durch mikroskopische Untersuchung des Pollens ergab eine weitere Bestätigung für die Vernichtung seiner Keimfähigkeit. Unter Zugrundelegung einiger hundert Messungen wurde folgende Größenveränderung von Pollen in frischem, sowie in trockenem und angefeuchtetem Zustande und solchem aus dem Tierkörper festgestellt:

Tabelle 3.

	Längenmessungen[1]) in μ			Breitenmessungen[1]) in μ		
	trocken	angefeuchtet	Kot- und Darminhalt	trocken	angefeuchtet	Kot- und Darminhalt
Pollen von Raps	43,7	36,2	32,0	24,1	28,4	26,5
Pollen von Rübsen . . .	38,0	33,6	26,5	19,0	26,3	23,1
Pollen von weißem Senf .	45,0	42,4	39,8	24,2	30,7	27,8

---

[1]) Fruwirth, Handbuch, II, 1918, S. 176, 186, 191 gibt als mittlere Pollenlänge und -breite in μ an:

für Raps 35,1—37,8 bezw.
16,2—18,9
„ Rübsen 33,1—35,5 „
13,5—16,2
„ Senf 35,1—40,5 „
18,9—21,6

Da wir trotz mehrfacher Nachprüfung unserer Methode einen Fehler nicht feststellen konnten, nehmen wir an, daß die Angaben bei Fruwirth auch auf Messungen ein- und des-

Die Ergebnisse waren, für Längen- und Breitenmessungen getrennt, wiederum gleichsinnig. Im Gegensatz zu dem langelliptischen, trockenen Pollen der Staubgefäße war gefressener Pollen ähnlich wie der angefeuchtete rundelliptisch. Diese Formveränderung war jedoch nicht allein als Quellung anzusprechen, sondern war verursacht worden durch die Wirkung der Darmsäfte bei der Verdauung, da der gefressene Pollen für Länge und Breite kleinere Werte ergab als lediglich angefeuchteter Pollen. Während man unter frischem und angefeuchtetem Pollen nur höchst selten deformierte Körner fand, betrug bei Darmpollen die Zahl der wie Nußschalen aufgebrochenen und stark verletzten Pollenkörner durchschnittlich 10 %. Es hatte den Anschein, als ob aus den schalig aufgebrochenen Pollenkörnern das Plasma ausgetreten sei, und das mikroskopische Bild zeigte oft Verletzungen der Pollenhülle, während die hell- und gelbgrüne Färbung und die wabig-zellige Oberfläche erhalten geblieben waren.

Den Versuchen mit verdautem Pollen schlossen sich solche an, die sich die Aufgabe stellten, Aufschluß über den blütenbiologischen Wert des von den Larven äußerlich mitgeführten Pollens zu erhalten. Eine Beantwortung dieser Frage erschien um so wichtiger, als die Larve in der Regel nicht in einer einzigen Blüte bis zur Verpuppung lebt, vielmehr von Blüte zu Knospe oder Blüte wandern muß. Dies ergab sich aus folgenden, diesjährigen Feststellungen:

Tabelle 4.

	Minimum Tage	Maximum Tage	Mittelwert Tage
Dauer des Ei- und Larvenstadiums	18	36	27
Dauer des Knospenstadiums vom Tage der Eiablage bis zur Blüte	6 } 8	10 } 12	8 } 10
Dauer der Blüte	2	2	2

27 — 10 = 17 Tage im Mittel mußte demnach die Larve in anderen Blüten verbringen. Die Zahlen über die Menge der Eier und Larven in Knospen und Blüten von Raps ergeben dasselbe Bild:

Tabelle 5.

	am		Prozentsatz der angestochenen Knospen
Bestiftete Knospen enthielten im Mittel:	19. V.	2,5 Eier	41,3 %
	23. V.	2,5 „	60,0 %
	26. V.	1,9 „	73,8 %
	30. V.	1,7 „	77,8 %
Sämtliche Knospen und Blüten enthielten im Mittel	19. V.	2,4 Larven	—
	23. V.	2,9 „	—
	26. V.	3,6 „	—
	30. V.	5,4 „	—

selben Jahres beruhen und daß sich der erhebliche Unterschied zwischen diesen Angaben und unseren Messungen aus der durch Boden- uud Witterungsverhältnisse verschiedenen Ausbildung der Pollenkörner in den einzelnen Jahren bezw. von verschiedenen Böden ergibt.

Während der Prozentsatz der angestochenen Knospen vom 19. bis 30. Mai stieg, sank die Zahl der Eier in den einzelnen Knospen. Die Zahl der Larven in Knospen und Blüten, zu denen nicht nur die angestochenen, sondern sämtliche überhaupt untersuchten Knospen und Blüten zu rechnen sind, entsprach etwa der Menge der bis zum 23. Mai abgelegten Eier. Von diesem Zeitpunkt an verschob sich das Verhältnis zwischen Eiern und Larven ganz erheblich zugunsten einer steigenden Menge von Larven. Aus dem Verhältnis 1,7 : 5,4 ist deutlich zu ersehen, daß die Larven einen Ortswechsel von Blüte zu Knospe oder Blüte vollziehen konnten und in der Regel sogar mußten. Diese Überlegung wurde durch Versuche bestätigt. Da die Larven nicht an einzelne Blüten gebunden waren, blieb es auch gleichgültig, ob mehrere Weibchen in ein und derselben Knospe die Eiablage vollzogen. Nahrungsmangel für die neue Generation war deshalb nicht zu befürchten. Welkte vor Abschluß des Larvenlebens eine Blüte ab, so begab sich die Larve von Antheren und Blütenblättern, die zuerst abfielen, auf die Kelchblätter oder das befruchtete Gynaeceum und kroch von hier in höher gelegene Knospen und Blüten. In die Knospen vermochten die Larven durch Fraßstellen und Legeloch des Käfers, auf der Trennungslinie zweier Kelchblätter oder an der Knospenspitze bei proterogyn stark entwickelten Knospen einzuwandern. Mit Beendigung der Blütezeit konnte also unter gewissen Umständen eine Anhäufung der Larven an der Spitze der Blütentraube eintreten, da die Zahl der Larven im Verhältnis zu der sinkenden Zahl der Knospen und Blüten relativ und absolut zunahm. Tabelle 5, S. 689 läßt diese Anschauung berechtigt erscheinen. Eine derartige Beobachtung war besonders leicht am Senf anzustellen, in dessen Spitzenblüten sich allmählich die Larven ansammelten, die aus den wenigen Eiern zu Beginn der Blüte sich entwickelt hatten. Zur Prüfung des blütenbiologischen Wertes der äußerlich mit Pollen versehenen Larven wurden während der Hauptblütezeit an je 5 Blütentrauben 5 und mehr Blüten (also mindestens 25) in verschiedenen Versuchsreihen untersucht. Zur Isolation der Blüten dienten Pergamintüten und bei größeren Versuchen zur Innehaltung möglichst naturgemäßer Bedingungen Drahtgazekästen, deren Maschenweite so fein gewählt war, daß Käfern, Fliegen usw. der Durchtritt versperrt blieb. Nur Tiere in der Größe von Thrips cerealium vermochten hindurchzuschlüpfen. Die Blüten lieferten folgenden Schotenansatz:

A. In Pergamintüten:

Tabelle 6.

	Künstliche Befruchtung nach Kastration	Kastration ohne künstliche Befruchtung (neben nicht kastrierten Blüten)	Mit je drei bestäubten Larven an unkastrierten Blüten	Mit je drei bestäubten Larven an kastrierten Blüten
Raps	96,0 %	0 %	40,0 %	12,0 %
Rübsen	81,1 %	0 %	30,1 %	16,6 %
Weißer Senf . . .	89,2 %	0 %	39,3 %	0 %

B. In Drahtgazekästen.

Tabelle 7.

	Nichtkastrierte Blüten		Kastrierte Blüten mit je drei Larven neben unkastrierten Blüten
	ohne Insekten	mit je drei Larven	
Raps	nicht ausgeführt		nicht ausgeführt
Rübsen	91,0 %	80,1 %	0 %
Weißer Senf	90,2 %	83,5 %	0 %

Unter voller Würdigung der Mängel der Versuchsanstellung kommt man zu dem Ergebnis, daß bei Fehlen der Kastration vereinzelt wohl eine Befruchtung in Gegenwart von Larven eintrat; doch kann diese nicht als ein Nutzen der Larven betrachtet werden. Die Selbstbefruchtung der drei Kruziferenarten geschah ohne besonderes Zutun der Larven. Der Nutzen der Larven wurde völlig gegenstandslos, sobald in Drahtgazekästen Pflanzen auf Schotenansatz geprüft wurden, an denen nur einzelne Blüten kastriert wurden, die von nicht kastrierten Blüten umgeben blieben. Obgleich auch die kastrierten Blüten auf der Wanderung von unten nach oben von den Larven besucht wurden, verblieben die gesamten kastrierten Blüten unbefruchtet (s. Tafel XII Abb. 1a). Bei der Behandlung der Einflüsse der Imago auf den Fruchtansatz wird auf die Verschiedenheiten in der Selbstbefruchtung unter Pergamintüten und Drahtgazekästen eingegangen werden.

Gegen Ende der Rapsblüte wurden von länger blühenden Randpflanzen nach 9,2 mm Niederschlägen am 27. und 28. Mai, durch welche das Abblühen beschleunigt wurde, etwa 20 % der Spitzenknospen von Larven und Käfern ernstlich geschädigt. Fast oder ganz zerstörte Knospen mit welken Resten der Perigonblätter, Staubfäden und verdorrenden Griffeln waren keine Seltenheit. Die Larven beteiligten sich an dem Zerstörungswerk gemeinsam mit den Käfern. Daneben befindliche, kurz vor der Blüte stehende Knospen und Blüten waren jedoch für ihre Freßwerkzeuge schon zu grob, denn sie ließen diese unberührt. Spätere Beobachtungen über Fraßschäden des Käfers am Senf, dazu die schwächere Entwicklung der Kauwerkzeuge der Larven lassen vermuten, daß der Imago bei dieser Zerstörung die Hauptschuld beizumessen ist, und daß die befallenen Knospen an der Spitze der Blütentraube infolge Saftbestockung auch ohne die Gegenwart des Meligethes kaum oder nur einen geringen Fruchtansatz gebracht haben würden.

Die Gesamtzahl der mit Larven angestellten Beobachtungen führte zu dem Ergebnis, daß diesen kein oder nur ein untergeordneter blütenbiologischer Wert zuzusprechen war, der gegenüber der Tätigkeit anderer bestäubenden Insekten ohne günstigen Einfluß auf den Schotenansatz war.

Gleichfalls aber übte der Larvenfraß an Antheren und Perigonblättern auch in diesem Jahre keine Schädigung auf die Fruchtbildung aus.

Während der gesamten Beobachtungszeit wurden von Anfang Mai bis Mitte Juni neben Eiern Larven von verschiedener Größe festgestellt, des öfteren sogar in denselben Knospen. Diese Tatsache und die Feststellung einiger Tage mit besonders starker Kopulation (21. und 28. Mai) führten anfangs zu der Vermutung, daß mehrere Generationen in komplizierter Weise einander ablösten. Diese Anschauung entspricht aber nicht der Wirklichkeit, wie spätere Feststellungen an Puppen und Käfern ergaben. Die mitgeteilten Daten der Eiablage können auf viel einfachere Weise dahin gedeutet werden, daß die zu Beginn der Kruziferenblüte auftretenden Käfer aus vorjährigen Eiern allein die Eiablage vollzogen. Die in der ersten und zweiten Woche des Juli stattgehabte Eiablage an Senf und Sommerrüben ist schwierig in die Entwicklungsperiodizität einzureihen. Sie mag als eine verspätete Eiablage alter Käfer oder ein Beginn der Fortpflanzung der jungen, aus den ersten Eiern entwickelten Imagines aufzufassen sein. Denn seit den ersten Eiablagen im Mai sind ungefähr acht Wochen verflossen. Eine wichtige Rolle für die Erhaltung der Art kann dieser entweder verspäteten oder verfrühten Eiablage jedoch nicht zugesprochen werden; denn sie fand nur in geringem Umfange statt, und die daraus geschlüpften Larven hatten sicherlich unter Nahrungsmangel zu leiden, da beide Kruziferen eine Woche später abgeblüht hatten. An Hederich, Radieschen, weißem und Ackersenf auf eigenen und fremden Feldern der Umgebung von Halle wurden von Mitte Juli bis Ende August nur noch vereinzelt Larven festgestellt. Die Vollendung des Larvenlebens fiel im allgemeinen mit dem Ende der Blüte des frühzeitigen Sommerrübsens zusammen. Mit den verwelkten Blütenresten fielen die ausgewachsenen Larven — nach Häutungen — deren Zahl vorläufig noch unbestimmt ist und 1—3 betragen wird, zur Erde und verkrochen sich in einer Tiefe von 2—12 cm. Erst gegen Ende Mai (vom 27. Mai ab) nahm die Zahl der Larven, die bis dahin nur selten im Boden gefunden wurden, auffallend zu. Die Verpuppung in einem lockeren Gespinst begann Anfang Juni. Die Larven wurden von Tag zu Tag träger, das Zahlenverhältnis von Larven zu Puppen verschob sich zugunsten der letzteren.

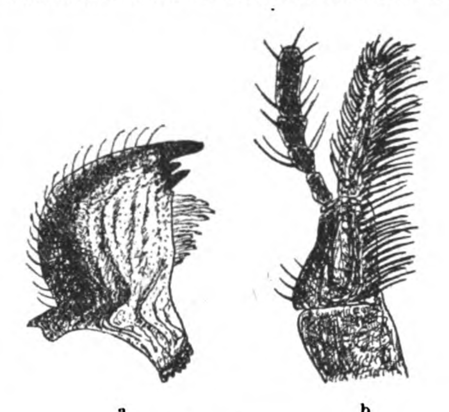
Am 20. Juni wurden keine Larven, sondern nur noch Puppen aus der Erde ausgegraben. Die Puppe, eine Pupa libera, ist schmutzigweiß, eiförmig, etwas flachgedrückt, kürzer und dicker als die Larve. Die zwischen den Augen eingefügten Fühler hängen nach abwärts. Die großen Flügelscheiden bedecken die Bauchseite bis zum fünftletzten Hinterleibsegment. Die Beine sind quer über die Bauchseite herübergezogen. Ihre Tarsalglieder bedecken die Ränder der Flügelscheiden in der Mitte. Im letzten Bauchsegment hat die Puppe zwei kegelförmige Spitzchen [1].

---

[1] Eine gute Abbildung der Puppe befindet sich bei Heeger in Sitzungsber. d. Wien. Akad. Math.-Naturwissenschaftl. Klasse, Bd. 14, 1854, Tafel III, Fig. 10, bei S. 282.

Nach 10—14 Tagen wurden die Puppen in Kulturen zu Imagines. Am 16. Juni wurde der erste frisch geschlüpfte, noch unausgefärbte Jungkäfer im Boden angetroffen. Von Ende Juni ab war das Rapsfeld, von Anfang Juli ab der zuerst bestellte Sommerrübsen frei von Puppen. Nunmehr begannen die Jungkäfer ihr Leben.

Als letzte Stufe in dem Entwicklungsgang des Meligethes war die Imago auf ihren Nutzen und Schaden zu prüfen. Der lebhaft herumfliegende Käfer stellte sich vom 12. April ab auf den kultivierten Kruziferen ein und lag dem Fortpflanzungsgeschäft ob. Weder hierdurch noch durch die Aufnahme von Nahrung, die er Knospen und Blüten entnahm, konnten bis Ende Mai nachteilige Einflüsse auf den Fruchtansatz festgestellt werden, obwohl der Käfer (s. Tabelle 1, S. 685) in großer Zahl auftrat. Er stillte seinen Hunger an verschiedenen Blütenteilen mit Ausnahme des Gynaeceums und wahrscheinlich auch mit Nektariensaft. Im Gegensatz zur Larve fand man in den Eingeweiden der Imago nur selten Pollen. Dies erklärt sich aus der stärkeren Entwicklung der Mundwerkzeuge des Käfers gegenüber denen der Larve, ein Unterschied, der auf die Aufnahme kräftigerer Nahrung hinweist. Die Mundwerkzeuge bestehen aus Oberlippe, Oberkiefer, Unterkiefer und Unterlippe in der bei pflanzenfressenden Käfern verbreiteten Ausbildung. Ober- und Unterlippe bieten keine Besonderheiten. Der Oberkiefer, das Hauptfreßwerkzeug, ist stärker als derjenige der Larve, endigt in drei scharfe, dunkelbraune Spitzen, hat eine ausgedehnte Kaufläche mit Hohlkehle und Rillen, sowie zwei Zähnchenreihen an der Basis. (Abb. 4a.) Die Unterkiefer tragen je nur **eine** Kaulade und je einen viergliedrigen Taster und sind gleichfalls stärker ausgebildet als die gleichen Organe der Larve. (Abb. 4b.)



a Oberkiefer } des Käfers
b Unterkiefer }
Abb. 4 (etwa 800fach vergrößert).

Das allgemeine Bild der Lebensweise des Käfers bestätigte im wesentlichen die Erfahrungen von Kalt (a. a. O. S. 212—216), Börner und Blunck (Illustr. Landw. Ztg. 29. Jahrg. 1919 Nr. 51/52).

Der anatomische Bau der Kruziferenblüte und die Blühverhältnisse (s. Fruwirth, Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung, Bd. II, 3. Aufl., S. 175—189, 191—194) weisen darauf hin, daß eine Entomophilie vorliegt. Durch die Drehung der vier langen Antheren werden die den Pollen abgebenden Seiten zur Blütezeit von der Narbe abgewendet. Nur die zwei kurzen Staubblätter behalten ihre bisherige Stellung bei. Diese Drehung bezweckt, geflügelte Insekten bei dem Besuch der Honigdrüsen mit Pollen zu bedecken, der durch diese auf die Narben anderer Blüten

übertragen wird. Weiterhin ist die Neigung zur Protogynie unverkennbar. Besonders beim Abblühen zeigen die Spitzen der Blütentrauben oftmals Knospen, deren Gynaeceen die Kelchblätter durchbrochen haben, während die Perigonblätter noch nicht entfaltet und die Staubgefäße unreif sind. Andererseits sind die Kruziferen nicht einseitig auf diese Art der Befruchtung angewiesen, sondern die Autogamie spielt zweifellos eine bedeutende Rolle, auf die bereits morphologische Einrichtungen hinweisen. Bei Fernbleiben der Insekten berühren oftmals die mit der Spitze sich über die Narbe neigenden Antheren die Empfängnispapillen; durch ein solches Überkippen findet dann häufig eine Bestäubung statt. Mit Eintritt der Dunkelheit schließen sich die Blüten; diese Bewegung kann fernerhin selbsttätig durch Andrücken der Staubfäden an die Narbe eine Bestäubung hervorrufen, die auch durch Windbewegung und die in den Blüten übernachtenden Käfer eintreten kann.

Tagsüber lief der Käfer in den Blüten umher; oft sah man ihn von Pollen gelb gefärbt aus dem Innern der Blüte über Antheren und Narbe krabbeln und so die Befruchtung vornehmen. Experimentelle Prüfungen der Selbst- und Fremdbefruchtung durch andere Autoren (s. Fruwirth, Hdb. Bd. II, 3. Aufl., S. 167, 177, 178, 192, 193) hatten das Ergebnis, daß Selbstbefruchtung der Befruchtung durch Pollen anderer Blüten derselben Pflanze oder der Artgenossen nachstand. Dahingegen haben sich die im hiesigen Versuchsfeld nebeneinander angebauten Rapssorten trotz mehrjährigen, eigenen Nachbaues — zum Teil seit dem Jahre 1911 — und trotz engster Nachbarschaft morphologisch und biologisch rein erhalten. Die von v. Rümker und Leidner (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung Bd. I., 1913, S. 323—327) vertretene Anschauung, daß in Breslau Selbstbefruchtung bei Raps überwog, fand in dieser eigenen Beobachtung ihre Bestätigung für Raps, Rübsen und Senf im feldmäßigen Anbau. Wenn auch nach diesen Beobachtungen eine Entomophilie im althergebrachten Sinne nicht vorliegt, so scheint doch eine blütenbiologische Tätigkeit des Käfers in der Weise nicht unwahrscheinlich, daß er bei der Übertragung des Pollens einer Blüte auf die eigene Narbe (also bei einer Selbstbefruchtung im althergebrachten Sinne) eine wichtige Rolle spielt.

Die Versuche über die Blütenbiologie der Kruziferen lieferten also widersprechende Ergebnisse. Das ist erklärlich, sobald man berücksichtigt, daß nur mit Vorbehalt derartige experimentelle Erfahrungen auf von Menschenhand unberührte Verhältnisse, wie sie im Felde vorzuliegen pflegen, übertragbar sind. Bei den Versuchen anderer Autoren war bisher stets der Gedanke maßgebend, bei der Prüfung der Blütenverhältnisse die Gegenwart der Meligetheslarve und der Imago sorgfältig auszuschalten, da beiden ein nachteiliger Einfluß zugeschrieben wurde. In Parallele zu den mit Larven angestellten Versuchen erschien eine Feststellung des blütenbiologischen Wertes der Käfer unbedingt erforderlich; zum Vergleich wurde die Tätigkeit der Bienen, welche die Felder fleißig besuchten, mit geprüft. Die Blüten lieferten folgenden Schotenansatz:

Tabelle 8.

	Frei abblühend betrug die		In Pergamintüten betrug die			In Pergamintüten mit je drei bestäubten Käfern betrug die	
	natürliche Befruchtung kastrierter Blüten	natürliche Befruchtung ohne Kastration	natürliche Befruchtung kastrierter Blüten	Selbstbefruchtung ohne Insekten	künstliche Befruchtung kastrierten Blüten	Befruchtung an nichtkastrierten Blüten	Befruchtung an kastrierten Blüten
Raps . . .	84,0 %	100 %	0 %	**44,4 %**	**96,0 %**	**80,0 %**	20,0 %
Rübsen. . .	90,5 %	100 %	0 %	**41,7 %**	81,1 %	88,0 %	29,2 %
weißer Senf .	75,1 %	100 %	0 %	**31,8 %**	**89,0 %**	**93,2 %**	19,2 %

Tabelle 9.

	Unter Drahtgazekästen betrug					
	ohne Insekten		mit Mel.-Käfern die Befruchtung an:		mit Bienen die Befruchtung an:	
	die Selbstbefruchtung	die natürliche Befruchtung kastrierter Blüten neben unkastrierten	nichtkastrierten Blüten.	kastrierten Blüten neben unkastrierten	nichtkastrierten Blüten	kastrierten Blüten neben unkastrierten
Raps . . .	nicht untersucht					
Rübsen. . .	59,0 %	0 %	100 %	87,0 %	100,0 %	80,0 %
weißer Senf .	67,4 %	0 %	100 %	75,0 %	97,0 %	97,2 %

Die Entomophilie der Kruziferen wurde durch die Versuche dargelegt, bei denen die Pflanzen frei abblühten und Schoten ansetzten. (Spalte 1 u. 2, Tab. 8). Dieser Versuch diente als Kontrollversuch. Den Insekten war also ein großer Wert für die Bestäubung beizumessen. Die kastrierten Blüten wurden von Meligetheskäfern, Bienen und anderen Insekten besucht. In Übereinstimmung mit den an Larven angestellten Versuchen wurden in kastrierte Blüten je drei künstlich mit Pollen bestäubte Käfer gesetzt, die etwa $^1/_4$ aller Blüten zu befruchten vermochten, also erheblich mehr als die Larven. Der Ansatz bei künstlicher Befruchtung und ein solcher nicht kastrierter Blüten in Gegenwart von Käfern hielten sich das Gleichgewicht. Dagegen fielen die Zahlen der Selbstbefruchtung ohne Insekten unter Pergamintüten erheblich ab (s. Fruwirth, a. a. O. S. 192). Die bei Selbstbefruchtung erhaltenen Werte besserten sich jedoch erheblich, sobald die natürlichen Verhältnisse einigermaßen gewahrt wurden; ohne die Schwierigkeiten einer absoluten Fernhaltung von Insekten unter Drahtgaze zu verkennen — Thrips fand man vereinzelt in den Blüten — wurde die Selbstbefruchtung bei Pflanzen unter Drahtgaze auf 59,0 % und 67,4 % gesteigert (s. Fruwirth, a. a. O. S. 178). Daß hierbei in erster Linie Selbstbefruchtung vorlag, bewies der Kontrollversuch, bei dem neben unkastrierten Blüten auch die kastrierten keinen Fruchtansatz lieferten. Die Erklärung für die bessere Befruchtung unter Drahtgaze gegenüber der Isolierung mit Pergamintüten lag gewiß an dem weniger gestörten

Einfluß der Witterungsfaktoren, besonders des Windes. Durch diesen wurden die Blütentrauben und Blüten bewegt und so eine Befruchtung zwischen Narbe und Anthere besonders nachts begünstigt. Wurde nun eine begrenzte Zahl von Käfern zu den Pflanzen unter Drahtgaze eingeführt, so setzten die kastrierten Blüten erheblich besser und die nicht kastrierten zu 100 % an. Der Meligethes hat also den gleichen blütenbiologischen Wert wie die Bienen.

Das Gesamtergebnis dieser Versuche läßt sich dahin zusammenfassen, daß die untersuchten Kruziferen Selbst- und Fremdbefruchter sind. Die Selbstbefruchtung überwiegt unter natürlichen Verhältnissen bei weitem, wie besonders das Ausbleiben der Sortenvermischung im feldmäßigen Anbau zu Breslau und Halle beweist. An der Bestäubung waren Insekten, besonders der Meligetheskäfer, in der Weise, daß er die Befruchtung innerhalb derselben Blüte begünstigte, stark beteiligt; der blütenbiologische Wert der Larve war gering. Die Selbstbefruchtung ohne Insekten sowie die Fremdbefruchtung waren nur eine Selbsthilfe der Pflanze unter ungünstigen Lebensbedingungen.

Bei Raps wurde die Isolierung einzelner Pflanzen unter Drahtgaze nicht vorgenommen. Denn der Gedanke, diese Versuchsanstellung mit zu Rate zu ziehen, tauchte erst auf, als am Senf vom 18. Juni ab der Käfer sich anschickte, die Knospen durch Fraß zu zerstören. Der Winterraps war inzwischen abgeblüht, während der Sommerrübsen und Senf noch in voller Blüte standen. Der Fruchtansatz bei Raps und frühzeitig abgeblühtem Sommerrübsen wurde durch den Meligethes in keiner Weise geschädigt (s. Tafel XII, Abb. 2a). Die oben herausragende Spitze des Fruchtstandes besaß im grünen Zustande noch vereinzelt Knospen, die jedoch infolge Saftstockung nicht zur Entwicklung kamen, allmählich vertrockneten und abfielen. Diese verringerte Wachstumsenergie stand in keiner Beziehung zum Käferfraß. Nach Fruwirth (a. a. O. S. 179, 187, 193) erliegen dieser

bei Raps . . die obersten 5—10 Knospen der Blütentraube
" Rübsen . " " 3—8 " " "
" weiß. Senf " " 5—9 " " ";

unter den hiesigen Verhältnissen war die Höchstzahl im allgemeinen um vier Knospen größer. Diese gegen Ende der Blüte eintretende Saftstockung konnte aber schon eher eintreten. Als der Senf und Rübsen eine Woche in Blüte standen, wurden vereinzelt an normal blühenden, Schoten ansetzenden Zweigen die obersten Spitzenknospen, deren am weitesten entwickelte noch eine Woche bis zum Öffnen gebraucht hätten, zu 25—30 Stück welk und gelbbraun. Sie ließen sich leicht vom Stiel ablösen und zeigten weder Eiablagen noch Larven- oder Käferfraß. Hier lag unzweifelhaft eine Saftstockung als einziger Grund für den ausbleibenden Fruchtansatz vor. Die Saftstockung erschien als ein naturgemäßer Vorgang im Lebensprozeß der Kruziferen, war jedoch ohne Schwierigkeiten aufzuhalten und in ihrem zeitlichen Beginn zu verschieben. Mehrere Pflanzen von Rübsen und Senf wurden zu Beginn der Blüte und nach 10 Tagen nochmals bis auf die 1 mm großen Knospen

an den Haupttrieben zurückgeschnitten; zum Teil wurden auch die Haupttriebe entfernt, um die in den Blattachseln vorgebildeten Blütentrauben zur Entwicklung anzuregen. Die so behandelten Pflanzen wurden anfangs gegen Käferfraß nicht geschützt. Bei 2—3 mm Knospengröße wurden deren Zweige vom Käfer befallen. Von diesem Zeitpunkt ab wurde aber ihre Isolierung unter Drahtgaze notwendig. Die Pflanzen blühten ohne Rücksicht auf den Eingriff mit 2—3 Wochen Verspätung ab und brachten reichlich Schoten. Tafel XII, Abb. 2c zeigt solch einen Fruchtstand mit 36 Schoten. Die Spitzenknospen wurden wiederum infolge Saftstockung nicht entwickelt. Der Zweig von Tafel XII, Abb. 2b stammt von einer Vergleichspflanze, die, nicht zurückgeschnitten, etwa die gleiche Zahl (35 Schoten) angesetzt hat. Desgleichen waren die in Blattachseln vorgebildeten Blütentrauben imstande, die Funktionen der Haupttriebe zu übernehmen.

Unabhängig von der verringerten Wachstumsenergie wurde am 18. Juni an dem Senf und den zuletzt blühenden Rübsenparzellen eine Beschädigung der Knospen durch den Käfer festgestellt, ähnlich der angeführten Beobachtung gegen Ende der Rapsblüte. Von der letzteren unterschied sich der jetzige Befall dadurch, daß die bereits blühenden Pflanzen weniger zerfressen wurden als andere, die noch in Knospe standen und ungefähr fünf Tage später mit der Blüte begannen. Eine beträchtliche Vermehrung des Käferbefalles war unverkennbar; jedoch konnte von einem Nahrungsmangel trotzdem kaum die Rede sein, da die Käfer die offenen Blüten im allgemeinen unbeschädigt ließen, jedenfalls aber den Fruchtansatz nicht hinderten. Die Steigerung des Käferbefalles konnte zweierlei Ursachen haben. Auf Feldern der weiteren Umgebung waren die Winterölsaaten abgeblüht, so daß die Möglichkeit der Zuwanderung von fremder Feldmark nicht abzuweisen war. Diese Käfer hätten sich jedoch schon an dem Sommerrübsen, der vom 29. Mai bis 22. Juni blühte, einstellen und diesen beschädigen müssen. Aber erst nach Mitte Juni trat der schädigende Einfluß des Meligethes zutage, zu einer Zeit, als in der Umgebung der Raps längst abgeblüht war. Von Anfang Juni ab begannen die wilden Kruziferen zu blühen, die gleichfalls von Anfang bis Mitte Juni noch nicht zerfressen wurden. Ein Nahrungsmangel konnte bis in den Monat Juli hinein in der Umgebung von Halle nicht vorliegen.

Die Vermehrung des Meligethes hatte gewiß andere Ursachen. An früherer Stelle wurde erwähnt, daß vom 16. Juni ab im Rapsfelde die ersten Jungkäfer festgestellt wurden und gegen Ende desselben Monats die letzten Puppen geschlüpft waren. Diese zahlenmäßige Feststellung des Entwicklungsganges ist lückenlos und führt zu der Anschauung, daß die Jungkäfer die Missetäter an Senf und Rübsen waren. Bis zur vollendeten Ausbildung der Imago bedurfte der Käfer gewiß noch reichlicher Nahrungsmengen. Die starke Vermehrung trug ferner dazu bei, in der Natur eine relative Nahrungsknappheit zu verursachen. Während die Knospenanlagen, in denen an einigen Tagen im Juni und Juli eine Eiablage stattgefunden hatte (s. Tabelle 1, S. 685), vom Fraß verschont blieben, wurden die Knospen aller anderen Pflanzen vom Käfer stark mitgenommen.

Die Käfer fraßen sich mit Vorliebe vom Blütengrunde aus durch die Kelchblätter und zwischen diesen hindurch in die Knospen ein. Entgegen den bisherigen Beobachtungen hielten sie sich massenhaft in den Knospen auf und verschonten im allgemeinen nur die Gynaeceen und Kelchblätter. Diese letzteren blieben zumeist giebelförmig stehen, und ihre Blattfläche wurde durch allmähliches Verwelken schmaler. Durch die Giebelöffnung war im Innern der Knospe deutlich das Zerstörungswerk zu sehen: vertrocknende Reste der Blüten- und Staubblätter, welche die Käfer fast ganz aufgefressen hatten. Die Gynaeceen zeigten nur vereinzelt kümmerlichen Fruchtansatz; die meisten waren dadurch verdorrt, daß sie zu einer Zeit, in der sie noch empfindlich und in der Ausbildung begriffen waren, den Witterungseinflüssen ausgesetzt und durch die große Zahl der Käfer mechanisch in Mitleidenschaft gezogen wurden (s. Abb. 5). Die an den Blütenstielen verbleibenden Trümmer der Knospen fielen mit fortschreitender Reifung zumeist ab. War nun die Schädigung des Käfers auf die obersten Blüten der Traube beschränkt, so kommt man irrtümlich zu der Auffassung, daß einzig und allein die verringerte Wachstumsenergie den Fruchtansatz verhindert hätte. Diese Überlegung besteht jedoch keineswegs zu Recht. An anderer Stelle wurde erwähnt, daß ohne die Gegenwart des Meligethes am Senf 3—12 Knospen abzusterben pflegten, was im Mittel von 100 Messungen 28 mm Länge des tauben Teiles der Blütentraube entsprach. Eine gleiche Zählung an Pflanzen mit durchschnittlicher, diesjähriger Imago-Schädigung ergab 58 mm Länge ohne Schotenansatz. Tafel XII Abb. 1b stellt die mittlere Schädigung kurz nach dem Abblühen dar; die zerfressenen Knospenreste sind noch sichtbar. Tafel XII Abb. 3b zeigt eine ähnliche Pflanze zur Zeit der Ernte. Die Knospenreste sind zum Teil abgefallen. Der taube, obere Teil ist länger als bei der Pflanze in Tafel XII Abb. 3a.

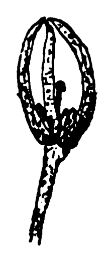


Abb. 5. Zerfressene Blütenknospe vom Senf (etwa 3 fach vergrößert).

Die Saftstockung ist gewiß ein Faktor, der die Anfälligkeit des Senfs durch Meligethes begünstigt, doch läßt sich ein Schaden, wie er in Tafel XII Abb. 1 d sichtbar ist, nicht als solche erklären. Die Pflanze, von der dieser Haupttrieb stammt, wurde unter Drahtgaze mit einer übermäßig großen Zahl von Käfern, jedoch ohne Larven gehalten. Einige, fast eine Woche später blühende Pflanzen des Feldbestandes zeigten dasselbe Aussehen. Diese pflegten sogar 1—2 Wochen länger zu blühen bezw. im Vegetationskegel neue Knospen zu entwickeln, die wiederum zernagt wurden. Entfernte man an den letzteren rechtzeitig die Käfer und ließ die Blüten isoliert ohne Zutritt von Käfern abblühen, so gaben sie noch in der Spitze Schoten, und die Vegetationskegel erlagen erst dann der Saftstockung (s. Tafel XII Abb. 3 c). Durch einen ähnlichen Eingriff ist die Pflanze der Tafel XII Abb. 1c entstanden. Diese wurde nämlich bei zeitweiser Unterbrechung mit vielen Käfern unter Drahtgaze gehalten und dazwischen für einige Tage von der Mehrzahl der Käfer befreit. Knospen, die das kritische Stadium ihrer Schmackhaftigkeit für den Meligethes überwunden hatten, wurden befruchtet und blieben auch weiterhin vom Käfer unbelästigt.

Vor dem Ende der Senfblüte wurden vom 3. Juli ab die Käfer in einem etwa 600 m entfernten, blühenden Mohnfelde festgestellt. Hier fraßen sie den Pollen der Staubgefäße und versteckten sich mit Vorliebe unter den über die Fruchtkapseln hervorragenden Narbenrändern, wo man kleine Vertiefungen, wahrscheinlich Fraßstellen, bemerken konnte. Mit den letzten Blüten des Mohns am 18. August verschwanden die nur noch vereinzelt auftretenden Käfer völlig. In dem Erdboden des Mohnfeldes waren trotz mehrmaligen Suchens bis Ende August keine Käfer zu finden, auch nicht an den spätblühenden, wilden Kruziferen. Gegen Mitte August beherbergte eine Kartoffelblüte einen einzigen Käfer. Blüten von Rotklee, Bucharaklee, Asclepia syriaca und verschiedenen Gartenzierblumen wurden von Käfern nicht besucht[1]). In der Umgegend von Halle wurde der Käfer noch Ende August in den Blüten von Cirsium lanceolatum, Ranunculus acer und Papaver Rhoeas in großen Mengen vorgefunden; allerdings waren in den Blütenköpfchen der Distel viele Käfer schon tot.

Von den natürlichen Feinden des Meligethes bemerkten wir besonders Käfer und Larven von Coccinelliden (Coccinella septempunctata), die zwar in erster Linie den sehr zahlreichen Blattläusen (Aphis brassicae), dann aber auch den Larven unseres Käfers nachstellten. Die von Börner und Blunck (a. a. O.) erwähnte Braconide Isurgus heterocerus Thoms haben wir hier in diesem Jahre nicht festgestellt. Eine sehr ähnlich aussehende Schlupfwespe, die auf dem Senffelde in großer Anzahl lebhaft flog, erwies sich als Diospilus oleraceus Haliday, die in den Larven des hier massenhaft vorhandenen Ceutorrhynchus assimilis F. schmarotzt[2]).

Bisher ist also nur die Feststellung einer Generation von Jungkäfern im Jahre gelungen. Es ist anzunehmen, daß diese überwintern und im folgenden Jahre zur Begattung schreiten. Untersuchungen des Receptaculum seminis ergaben bis zum 20. August keine Anwesenheit von Spermatophoren.

Die diesjährigen Beobachtungen über Lebensweise und Gewohnheiten der Käfer haben gezeigt, daß die Imago sowohl nützlich als auch schädlich sein kann. Die vor Beginn der Blüte der Winterkruziferen erscheinende Generation hat sich durch Begünstigung der „Entomophilen Autogamie" (s. S. 694) als nützlich erwiesen, die Jungkäfer waren nützlich und schädlich. Im Verhältnis zu der Menge von Jungkäfern, die nach dem massenhaften Auftreten als verheerend angesehen werden mußten, ist der Schaden an Senf und Sommerrübsen auch in diesem Jahre auffallend niedrig. Durch die angestellten Versuche glauben wir, den Beweis erbracht zu haben, daß für den nachteiligen Käferfraß das unzweckmäßige Zusammentreffen von Jungkäfern und Kruziferenblüte wesentlich ist. Sache der praktischen Bekämpfung muß es sein, auf diese Beziehungen ihre Aufmerksamkeit besonders zu richten.

---

[1]) Inzwischen wurde das erste Auftreten von Meligethes aeneus Fb. im Jahre 1920 bereits am 12. März und zwar an Galanthus sp. beobachtet. (B. Kalt.)

[2]) Die Bestimmung verdanken wir Herrn Mittelschullehrer Hermann Haupt in Halle a. S.

Literaturverzeichnis.

1. Appel: Einige wichtige, pflanzliche Schädiger der Öl- und Handelsgewächse. Illustr. landw. Ztg. Bd. 30, 1910, S. 543.
2. Bach, S.: Zur Pollenbiologie von Raps und Rübsen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, Bd. 5, 1917, S. 337 bis 345.
3. Baumann, E.: Beiträge zur Kenntnis der Rapspflanze und zur Züchtung des Rapses. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, Bd. 6, 1918, S. 145.
4. Börner und Blunck: Zur Lebensgeschichte und Bekämpfung des Rapsglanzkäfers und der Raps- und Kohlerdflöhe. Illustr. landw. Ztg. 1919, 39. Jahrg., S. 260/61.
5. Calwer-Schaufuß: Käferbuch, Stuttgart 1916.
6. Fruwirth: Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. II. Bd. 3. Auflage. Berlin 1918.
7. Ganglbauer, Ludwig: Die Käfer von Mitteleuropa. III. Bd. Wien 1899. S. 505.
8. Günthart, A.: Über die Entwicklung und die Entwicklungsmechanik der Kruziferenblüte und ihre Funktion unter natürlichen und künstlichen Bedingungen. Beihefte zum botan. Zentralblatt. Bd. 35, 1917, Abt. 1, S. 60—170.
9. Heeger, Ernst: Beiträge zur Naturgeschichte der Insekten: Meligethes aeneus Fb. Sitzungsber. Wien. Akad. Math.-naturwissenschaftl. Klasse. 14. Bd. 1854. S. 278 bis 281 und Tafel III bei S. 282.
10. Kalt, Bertram: Arbeiten der Pflanzenzuchtstation, 2: Einige Erfahrungen im Kampfe gegen tierische Schädlinge unserer Kulturpflanzen, Kühn-Archiv Bd. 7. 1918. S. 212—216.
11. Kaltenbach, J. H.: Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. 2. Auflage. Stuttgart 1874.
12. Knuth: Handbuch der Blütenbiologie 1898. Bd. II, Halbband I, S. 101.
13. Lund und Kiaerskou: Botanisk Tidskrift. Bd. 15, 1885, S. 114—116.
14. Leipziger: Der Glanzkäferbefall in seiner Beziehung ... Zeitschr. der Landwirtschaftskammer für die Provinz Schlesien 1918.
15. Mandekić: Beiträge zur Kultur und Züchtung des Rapses. Mitteil. des Landw.-Inst. der Universität Breslau 1912, S. 503—562.
16. Reitter, Edm.: Revision der europäischen Meligethesarten. Verhandl. Naturforsch. Verein Brünn, 9. Bd., 1870, S. 39—166.
17. v. Rümker und Leidner: Experimentelles über die Befruchtung des Rapses. Zeitschr. für Pflanzenzüchtung, Bd. 1, 1913, S. 323—327.
18. v. Rümker: Mitteil. d. Landw.-Inst. der Universität Breslau, Bd. 5, 1909, S. 8—69.
19. Schwarz: Schutz der Ölfrüchte gegen Schädlinge. Deutsche Landw. Presse 1918, Bd. 45, S. 210.
20. Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. 3 bearbeitet von Reh, Berlin 1913, S. 174.
21. Taschenberg, E. L.: Das Ungeziefer der landwirtschaftl. Kulturpflanzen, Berlin 1874.
22. Taschenberg, E. L.: Naturgeschichte der wirbellosen Tiere, Leipzig 1865.
23. Voß, G.: Rapsglanzkäfer und Verborgenrüßler. Illust. landw. Ztg., 39. Jahrg., 1919, S. 202.
24. Wagner, H.: Über das Auftreten des Rapsglanzkäfers. Zeitschr. der Landwirtschaftskammer für die Provinz Schlesien, Bd. 22, 1918, S. 311—312.
25. Zimmermann: Schädlinge der Ölfrüchte. Illustr. landw. Ztg., 39. Jahrg., 1919, S. 153/54.

Erklärung zu Tafel XII.

Abbildung 1: a) Ausbleiben der Befruchtung kastrierter Blüten von Senf nach Beschickung mit Larven.
b) Mittelmäßige Schädigung durch den Käfer im oberen Teile der Blütentraube bei Senf nach dem Abblühen.
c) Unter Drahtgaze gezogene, abwechselnd mit Käfern beschickte und wiederum gegen diese isolierte Senfpflanze.
d) Senfpflanze unter Drahtgaze mit starker Käferbeschickung, jedoch ohne Larven, herangewachsen.

Abbildung 2: a) Reifer Zweig vom Raps, normal aufgeblüht.
b) Nicht zurückgeschnittener, nach Isolierung gegen den Käfer rechtzeitig abgeblühter und gut angesetzter Fruchtstand vom Senf (Vergleich zu c).
c) Anfangs zurückgeschnittener, nach Isolierung gegen den Käfer spät abgeblühter und dann gut angesetzter Fruchtstand vom Senf.

Abbildung 3: a) Nicht beschädigte Blütentraube vom Senf (bei der Ernte).
b) Schädigung des Meligethes am Senf (bei der Ernte).
c) Verspätet blühender, zunächst stark von Käfern befallener Fruchtstand vom Senf, der nach späterer Isolierung im oberen Teile noch Schoten ausbildete.

Arbeiten aus dem landwirtschaftlichen Institute der Universität Königsberg i. Pr.
Abteilung für Pflanzenbau.
Fünfundzwanzigste Mitteilung.

Feldversuche mit Kartoffeln.

Von
E. Alfred Mitscherlich,
unter Mitarbeit von
R. Hoffmann, F. Dühring, S. v. Saucken, H. Lankisch, Roesener-Allenstein
und **P. Ulrich (†).**

Als Beitrag zur Lösung der Fragen:

Dadurch, daß die Kartoffelpflanze einen verhältnismäßig großen Standraum beansprucht, eignet sie sich nicht mehr zu Gefäßversuchen. Man ist hier nur in der Lage eine einzelne Pflanze in ein Gefäß zu setzen und damit wird ein jeder derartiger Versuch die großen Fehler, welche die Individualität der einzelnen Pflanze bedingt, in sich einschließen. Vor Jahren habe ich mal versucht, derartige Versuche mit je 8 Parallelgefäßen durchzuführen; doch habe ich die Ergebnisse dieser mühsamen Arbeit, weil sie zu großen Fehlern unterlagen, nicht in der erhofften Weise verwerten können. Wir sind damit bei dieser Kulturpflanze lediglich auf Feldversuche angewiesen, und es wird damit unsere erste Aufgabe die sein müssen, diese Versuchsmethode so einfach und dabei so genau wie irgend möglich auszubauen!

Eine der wichtigsten Fragen, die uns demnach beschäftigen mußte, war die nach der Größe der Versuchsteilstücke. Denn da man hier wenigstens immer mit je vier Parallelversuchen arbeiten muß, so wird die Anzahl der erforderlichen Teilstücke und damit die dafür zu bewältigende Arbeit schon bei der einfachsten Fragestellung, wie uns diese z. B. im fünfteiligen Düngungsversuche entgegentritt, bereits recht groß. Sie ist selbstverständlich um so größer, je größer wir die Größe der einzelnen Teilstücke wählen. Somit war es naheliegend, dieser Frage zunächst möglichst objektiv näherzutreten.

I. Über die Größe der Teilstücke bei Kartoffelversuchen.

Zur Beantwortung dieser Frage sind in diesem Jahre bei uns in Ostpreußen an drei Orten drei Versuche durchgeführt worden, und zwar ein Sortenanbauversuch mit fünf verschiedenen Kartoffelsorten und zwei fünfteilige Düngungsversuche. Bevor ich jedoch auf die Versuchsanstellung und auf die Ergebnisse dieser Versuche eingehe, möchte ich auf die einschlägigen Untersuchungen Schneidewind's näher eingehen[1]). Vorausschicken möchte ich, daß Schneidewind bei diesen zu keinen klaren Ergebnissen gekommen ist, weil er das wesentlichste Hilfsmittel, die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung, nicht zu benutzen wußte bezw. nicht die notwendigen Schlußfolgerungen aus den mühsamen fünf Jahre langen Feldversuchen ableitete.

Die Versuchsanstellung selbst erschwerte aber diese Arbeit auch ganz bedeutend; denn wenn wir von den Parzellen mit den dazwischen liegenden unbestellten 80 cm breiten Streifen absehen, da diese nicht zum Vergleich mit den anderen Parzellengrößen herangezogen werden können, so wurden die Versuche mit den 9 qm großen Teilstücken zehn- bis neunmal, die mit den 100 qm großen Teilstücken je sechsmal und die mit den 200 qm großen Teilstücken nur je zweimal wiederholt.

Bei der verschiedenen Anzahl der Vergleiche kann so naturgemäß nur die wahrscheinliche Schwankung der einzelnen Beobachtung zu Vergleichen herangezogen werden; ich habe darum die von Schneidewind berechneten Werte zunächst mit $\sqrt{n}$ multiplizieren müssen, wobei n = der Anzahl der Beobachtungen bezw. der Parallelversuche in den einzelnen Fällen war. Um ferner die Fehler bei Rüben und bei Getreideerträgen auf ein einheitliches Maß zu bringen, habe ich sie in Prozenten des jeweilig gefundenen Mittelwertes berechnet. Dabei habe ich bei den Rüben nur die Wurzelfrischsubstanz, beim Getreide nur den Kornertrag berücksichtigt, da mir dies für die Verwertung der Ergebnisse ausreichend zu sein schien.

Bei diesen Berechnungen kam ich zu den in der folgenden Tabelle I wiedergegebenen Zahlen.

Tabelle 1.
Wahrscheinliche Schwankungen der einzelnen Beobachtungen von Schneidewind in Prozenten der gemessenen Größe.

Parzellen-größe	Feldfrucht	Jahr	ohne N	Düngung + 30 kg N	Düngung + 60 kg N
2 qm	Zuckerrüben	1913	3,32	2,22	2,31
	Sommerweizen	1914	2,58	1,44	3,00
	Sommerweizen	1915	3,81	6,59	6,66
	Winterroggen	1916	3,73	3,54	2,68
	Zuckerrüben	1917	2,31	3,07	3,15

[1]) Parzellengrößenversuche, Untersuchungen über die Brauchbarkeit verschieden großer und verschieden angelegter Parzellen bei Düngungsversuchen und die Wahrscheinlichkeitsrechnung von Prof. Dr. W. Schneidewind unter Mitwirkung von Dr. D. Meyer und Dr. F. Münter. — Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Heft 26. 1919.

Parzellengröße	Feldfrucht	Jahr	ohne N	Düngung + 30 kg N	+ 60 kg N
100 qm	Zuckerrüben	1913	3,74	2,97	3,04
	Sommerweizen	1914	2,42	1,68	3,29
	Sommerweizen	1915	2,77	4,54	2,98
	Winterroggen	1916	3,43	3,78	1,95
	Zuckerrüben	1917	3,58	1,43	2,21
200 qm	Zuckerrüben	1913	0,52	1,06	1,87
	Sommerweizen	1914	2,06	2,72	2,93
	Sommerweizen	1915	6,81	2,43	2,64
	Winterroggen	1916	2,29	2,63	1,63
	Zuckerrüben	1917	2,71	1,17	0,48

Bilden wir das Mittel aus den für jede Düngung und bei jeder Parzellengröße der je fünf Jahre berechneten Fehler, so ergeben sich:

Tabelle 2.
Mittelbildungen zu Tabelle 1.

Parzellengröße	ohne Stickstoff	+ 30 kg Stickstoff	+ 60 kg Stickstoff	Düngung im Mittel
9 qm	3,15 ± 0,24 [1]	3,37 ± 0,58	3,56 ± 0,23	3,36 ± 0,23
100 qm	3,19 ± 0,20	2,88 ± 0,45	2,69 ± 0,21	2,92 ± 0,15
200 qm	2,88 ± 0,67	2,00 ± 0,30	1,91 ± 0,30	2,26 ± 0,21

Die Tatsache, daß mal die ungedüngten Parzellen die niedrigsten, mal auch die höchsten Schwankungen aufwiesen, spricht dafür, daß durch die Düngegabe selbst die Versuchsfehler nicht in bemerkenswerter Weise zunahmen. Eine derartige naheliegende Beobachtung könnte höchstens bei den kleinsten Parzellen konstatiert werden, liegt aber auch hier durchaus innerhalb der Versuchsfehler.

Wenn wir dagegen die Gesamtmittel betrachten, wozu wir nach dem Vorhergehenden berechtigt sein dürften, so finden wir, daß die Fehler der Versuche deutlich mit der Größe der Parzellen abnehmen. Die maximale Differenz ist hier (3,36 ± 0,23) — (2,26 ± 0,21) = 1,10 ± 0,31.

Es wäre verfehlt, hierauf schon weitere Schlußfolgerungen aufzubauen; nur das mag konstatiert werden, daß die Zunahme der Fehler dadurch, daß wir die Parzellengrößen von 200 qm auf 9 qm reduzieren, außerordentlich gering ist!

Eine weitere Schlußfolgerung läßt sich aus den Schneidewindschen Ergebnissen meines Erachtens nicht ableiten. Daß die Ergebnisse in dz/ha bei den verschiedenen Teilstückgrößen nicht genau die gleichen sind, ist jedenfalls durchaus nicht auf die verschiedene Größe dieser Parzellen zurückzuführen, sondern auf die verschiedene Beschaffenheit des Bodens, auf welchem diese Teilstücke lagen. Für diese liegt uns aber nur je ein Versuch vor, so daß wir keine weiteren Anhaltspunkte dafür haben!

Auch innerhalb der auf gleichgroßen Teilstücken angelegten Versuchen wollen wir nicht die Ungleichheit des Bodens auszuschalten versuchen;

[1] Die wahrscheinlichen Schwankungen wurden von uns alle nach dem Ausgleich aus den ersten Potenzen berechnet, da uns dies ausreichend erscheint.

denn dazu reicht einmal das Versuchsmaterial bei den größten Teilstücken nicht aus, und andrerseits muß es dafür störend wirken, daß die Anordnung der verschieden gedüngten Teilstücke innerhalb der auf den gleichgroßen Parzellen ausgeführten Versuche nicht stets die gleiche war, und daß ferner sogar bei den größten Parzellen auch die Form derselben nicht quadratisch war, wie bei den übrigen Versuchen, sondern Rechtecksgestalt annahm derart, daß die eine Seite ungefähr 5,5 mal so lang war als die andere.

Auf die Ausführungen Schneidewinds über die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung will ich hier absichtlich nicht eingehen, da ich eine Polemik nicht liebe. Der Leser mag sich selbst ein Urteil darüber bilden, ob es zweckmäßig ist, diese Methoden anzuwenden, wenn er die Anwendung dieser Rechnungsart in der vorliegenden Arbeit studiert.

Vor Schneidewind sind auch von G. Holstmark und B. R. Larsen Versuche mit Teilstücken von verschiedener Größe durchgeführt worden. Diese Forscher gingen dabei derart vor, daß sie ein Areal von 6 Ar in 96 quadratische Flächen von $^1/_{16}$ Ar zerlegten und die Erträge von je $^1/_{16}$ Ar bestimmten. Die einzelnen Teilstücke waren alle gleich behandelt. Indem nun die Erträge von je 2, 4, 6, 8 bezw. 16 benachbarten Teilstücken zusammengefaßt wurden, erhielt man die Ernten der entsprechend größeren Teilstücke. Holstmark und Larsen fanden dabei gleichfalls, daß die Fehler der Erträge mit der Größe der Teilstücke abnahmen. Die Methode hat einmal den großen Vorteil, daß dabei stets das gleiche Areal Verwendung fand, sie hat den großen Nachteil, daß dabei die Gestalt der Teilstücke naturgemäß wechselt, und daß die Erträge der größeren Teilstücke in der Tat nicht in einem Ernteertrage, sondern in 2, 4, 6, 8 bezw. 16 Erträgen gewonnen wurden. Wenn ich ferner die Ausgleichsmethode, welche G. Holstmark in seinen höchst beachtenswerten Arbeiten[1] niederlegte, nicht bei unseren Versuchen anwandte, so geschah dies darum, weil bei dieser stets eine größere Anzahl von Standortteilstücken erforderlich war, als bei meiner Methode, die darum praktisch brauchbarer sein dürfte.

Wir kommen nun auf die Darlegung unserer eigenen Versuche; und ich möchte hier zunächst die Anordnung dieser Versuche vorwegnehmen.

Die Versuche wurden auf je vier verschieden großen Teilstücken mit je vier Parallelversuchen durchgeführt. Da es fünfteilige Versuche waren, so bestand demnach jede Versuchsreihe aus je zwanzig Teilstücken. Die Form der einzelnen Teilstücke war die des Rechteckes, und zwar war jedes Teilstück fünfmal so lang (entsprechend dem fünfteiligen Versuche!) als breit. Mit der Längsseite lagen die zwanzig Teilstücke sämtlich aneinander, so daß sie einen viermal so langen wie breiten Versuchsstreifen bildeten. Dabei folgten den ersten fünf verschieden behandelten Teil-

[1]) G. Holstmark in Aas: Über Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitstheorie auf Größen, welche sich nicht rein zufällig ändern. Zeitsch. f. Mathematik und Physik, 52. Bd. 1905. 4. Heft, S. 410—419.

Derselbe: Landw. Versuchsstationen 1907, Bd. LXV, S. 1 und f.

stücken immer die nächsten fünf in genau der gleichen Reihenfolge [1]. Die Feldstreifen, welche die verschieden großen Teilstücke enthielten, wurden möglichst dicht aneinander gelegt. Die verschiedene Größe der Teilstücke betrug ca. 5 qm, 30 qm, 100 qm und 250 qm; sie wechselte auf den verschiedenen Versuchsfeldern darum, weil sie sich naturgemäß beim Kartoffelbau nach der ortsüblichen Art des Auslegens der Saatknollen richten mußte. In den einzelnen Tabellen sind so die genauen Maße angeführt.

Der Sortenanbauversuch wurde auf Vorschlag des Verfassers von der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen und dem landwirtschaftlichen Zentralverein Allenstein auf der Kartoffelkulturstation Nickelsdorf bei Allenstein ausgeführt. Herr Winterschuldirektor Roesener hat dort das Auslegen der Saatknollen beaufsichtigt, die Ernteerträge quantitativ festgestellt und uns sodann das Material zur Verarbeitung übergeben.

Wir lassen zunächst diese Ernteergebnisse in Tabelle 3 folgen, und zwar derart, daß wir die Erträge der im Felde nebeneinander liegenden Teilstücke untereinander schreiben. Die Sorten, welche bei diesem Versuch in Vergleich standen, waren:

a) Belladonna,
b) Wohltmann-Greisitz,
c) Silesia,
d) Brinkhoff's Erfolg,
e) Beseler.

Ich will sie der Einfachheit halber in Zukunft zunächst, ebenso wie in den Tabellen, mit a, b, c, d, e bezeichnen.

Tabelle 3.
Kartoffelerträge in dz pro Teilstück.

Nr. des Teilstücks	Sorte	Größe der Teilstücke in qm			
		3,6	21,6	100,8	237,6
1	a	0,195	1,23	4,64	11,79
2	b	0,165	0,96	4,39	11,57
3	c	0,190	0,89	3,74	11,94
4	d	0,160	1,00	3,67	10,00
5	e	0,205	1.09	4,70	11,39
6	a	0,235	0,98	5,31	9.61
7	b	0,155	0,88	4,58	9,67
8	c	0,210	0,99	4,71	10,98
9	d	0,200	0,92	4,06	10,04
10	e	0,195	1,00	4,80	10,86
11	a	0,210	0,75	5,02	10,58
12	b	0,185	0,83	4,48	10,69
13	c	0,240	0,77	4,63	10,69
14	d	0,210	0,81	4,86	10,31
15	e	0,210	1,02	6,13	13,86
16	a	0,215	0,82	5,77	11,21
17	b	0.155	0,89	4,75	12,27
18	c	0,145	0,97	5,25	13,02
19	d	0,145	0,93	4,94	11,97
20	e	0,185	0,95	5,91	14,88

[1] Vgl. Mitscherlich: Vorschriften zur Anstellung von Feldversuchen. Berlin, Paul Parey 1919.

Die Besichtigung der Versuche während der Vegetation ergab, daß sich auf dem Teilstück Nr. 4 und Nr. 6 bei den 100,8 qm großen Flächen je eine kleine Geilstelle befand, welche wir jedoch bei der Verarbeitung vernachlässigen konnten. Es zeigte sich ferner, daß das Saatgut von a) Belladonna recht unrein gewesen war, und daß das Saatgut von d) Brinkhoffs Erfolg gleichfalls einige fremde Knollen enthalten hatte. Auch die Greisitzer Wohltmann war anscheinend durch fremde Wohltmannknollen verunreinigt.

Da die hierdurch bedingten Fehler aber bei uns alle Versuche genau in der gleichen Weise fehlerhaft gestalten, und zwar derart, daß diese Fehler für unsere Zwecke, die zunächst nicht einen reinen Sortenanbauversuch verlangen, nicht in Betracht kommen, so konnten wir sie vernachlässigen.

Wir können zunächst aus den Erträgen der je vier gleichangestellten Versuche die Mittel und ihre wahrscheinlichen Schwankungen bilden; also ganz in der gleichen Art vorgehen wie Schneidewind. Dabei kommen wir zu den in Tabelle 4 zusammengestellten Ergebnissen.

Tabelle 4.

Mittelzahlen der Ergebnisse aus Tabelle 3, ohne Berücksichtigung der durch die Bodenungleichheit verursachten Fehler.

Sorte	Parzellen-Größe							
	3,6		21,6		100,8		237,6	
	Mittel + r	r = % M	Mittel + r	r = % M	Mittel + r	r = % M	Mittel + r	r = % M
a	0,214 ± 0,0055	2,6	0,95 ± 0,078	8,2	5,19 ± 0,171	3,3	10,80 ± 0,343	3,2
b	0,165 ± 0,0049	3,0	0,89 ± 0,017	1,9	4,55 ± 0,056	1,2	11,05 ± 0,425	3,8
c	0,196 ± 0,0140	7,1	0,91 ± 0,037	4,1	4,58 ± 0,206	4,5	11,66 ± 0,401	3,4
d	0,179 ± 0,0128	7,2	0,92 ± 0,024	2,6	4,38 ± 0,253	5,8	10,58 ± 0,170	1,6
e	0,199 ± 0,0043	2,2	1,02 ± 0,017	1,7	5,39 ± 0,310	5,8	12,75 ± 0,792	6,2
im Mittel:		4,4		3,7		4,1		3,6
±		0,93		0,83		0,64		0,44

Man sieht aus diesen Zahlen, daß die Fehler in Prozenten der gemessenen Größen (r = % M) anscheinend unabhängig sind von der Größe der Teilstücke. Die Fehler dieser Fehler aber werden offenbar geringer, je größer die Teilstücke sind.

Das Bild ändert sich, wenn nach dem von mir seinerzeit vorgeschlagenen Verfahren die Ungleichartigkeit des Bodens nach Möglichkeit ausgeschaltet wird. Da mir bei meiner Veröffentlichung in unserer zwölften Mitteilung (Landw. Jahrbücher Bd. XLII S. 415—418) ein Fehler unterlaufen ist, den ich hier, wo diese Methode mit als Grundlage für die ganzen Untersuchungen dienen muß, abgestellt habe, erscheint es mir zweckmäßig, nochmals in einem kurzen Anhange auf die Methode selbst einzugehen, um es so auch dem Leser dieser Abhandlung zu erleichtern, die einzelnen Rechnungen an der Hand der mitgeteilten Beobachtungen nachzuprüfen.

Hier sei nur erwähnt, daß diese Methode auf der Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung aufgebaut ist, und daß hier ferner die Annahme zu Grunde liegt, daß eine quadratische Fläche Landes viel gleichmäßigeren Boden hat, als eine viermal so große rechteckige Fläche, deren schmale Rechtecksseite gleich der Seite dieses Quadrates ist.

Bei Anwendung dieser Methode ergeben sich nun die folgenden Mittelwerte und ihre wahrscheinlichen Schwankungen:

Tabelle 5.

Mittelzahlen der Ergebnisse aus Tabelle 8 nach Ausschaltung der durch die Bodenungleichheit verursachten Fehler.

Sorte	Parzellengröße qm							
	3,6		21,6		100,8		237,6	
	Mittel + r	r = % M	Mittel + r	r = % M	Mittel + r	r = % M	Mittel + r	r = % M
a	0,219 ± 0,0076	3,5	0,87 ± 0,028	3,2	5,33 ± 0,084	1,6	10,56 ± 0,20	1,9
b	0,166 ± 0,0042	2,5	0,88 ± 0,013	1,5	4,59 ± 0,104	2,3	10,86 ± 0,19	1,7
c	0,202 ± 0,0074	3,8	0,90 ± 0,030	3,3	4,60 ± 0,115	2,5	11,47 ± 0,21	1,8
d	0,186 ± 0,0067	3,6	0,91 ± 0,014	1.5	4,31 ± 0,090	2,1	10,36 ± 0,15	1,4
e	0,203 ± 0,0052	2,6	0,03 ± 0,026	2,5	5,23 ± 0,123	2,3	12,19 ± 0,29	2,4
im Mittel:		3,20		2,40		2,16		1,84
±		0,22		0,32		0,11		0,11
berechnete Werte:		3,20		2,40		2,0Q		2,00

nach der Gleichung: $\log (R - 2{,}0) = 0{,}1746 - 0{,}0265$ qm,

worin R gleich dem Fehler bei Versuchsteilstücken von der Fläche qm ist.

Beim Vergleichen der Tabelle 4 mit 5 sehen wir, wie wesentlich die Fehler infolge der Ausschaltung der Ungleichheit des Bodens unseres Versuchsfeldes reduziert werden konnten. Auch die Fehler der Schwankungen sind auf den vierten Teil zurückgegangen, so daß es nun wohl angängig ist, die Abhängigkeit des Versuchsfehlers von der Größe des Versuchsteilstückes in eine Gesetzmäßigkeit zusammen zu fassen.

Die vorstehende Formel dürfte sich den Beobachtungen genügend genau anlehnen. Sie gibt an, daß bei einer gleichartig angestellten Versuchsreihe der Fehler bei ganz kleinen Teilstücken den Betrag von 3,50 % der gemessenen Größe nicht überschreiten wird; und daß bei ganz großer Ausdehnung der Größe der Versuchsteilstücke der Fehler nicht unter 2,0 % der gemessenen Größe heruntergehen kann. Berechnen wir nach der Gleichung z. B. den Fehler, den wir bei einer Flächengröße von 50 qm erhalten müssen, so würde dieser 2,07 % der gemessenen Größe betragen. Es dürfte danach sicher auch bei Kartoffelsortenanbau-Versuchen eine Teilstückgröße von 50 qm als übermäßig groß zu bezeichnen sein. Teilstücke von 25 qm bedingen nach dieser Gleichung einen Fehler von 2,33 % der gemessenen Größe!

Um nun den vorliegenden Sortenanbauversuch auch als solchen zu verarbeiten, werden wir die Erträge der verschieden großen Teilstücke in Doppelzentnern für den Hektar (dz/ha) umrechnen müssen. Ich habe dies in Tabelle 6 durchgeführt:

Tabelle 6.

Erträge der verschieden großen Teilstücke in dz/ha.

Sorte	Parzellengröße qm				im Mittel
	3,6	21,6	100,8	237,6	
a	304,1 ± 10,5	201,4 ± 6,4	264,5 ± 4,2	222,3 ± 4,2	248,1
b	230,6 ± 5,9	203,7 ± 3,1	227,8 ± 4,5	228,6 ± 3,9	222,7
c	280,6 ± 10,5	208,3 ± 7,0	228,3 ± 5,7	241,4 ± 4,5	239,9
d	208,3 ± 9,3	210,6 ± 3,3	213,9 ± 4,5	220,0 ± 3,2	225,7
e	282,0 ± 7,2	238,4 ± 6,0	259,5 ± 6,1	256,5 ± 6,2	259,1
im Mittel:	271,1	212,5	238,8	233,8	239,1

Erträge der verschieden großen Teilstücke in Prozenten der darüberstehenden Mittelwerte.

Sorte	3,6	21,6	100,8	237,6	im Mittel
a	112,1 ± 3,89	94,8 ± 3,03	110,8 ± 1,77	95,1 ± 1,78	103,2 ± 4,0
b	85,0 ± 2,12	95,9 ± 1,45	95,4 ± 1,45	97,8 ± 1,91	93,5 ± 2,1
c	103,5 ± 3,87	98,0 ± 3,31	95,6 ± 2,38	103,2 ± 2,21	100,1 ± 1,6
d	95,3 ± 3,39	99,2 ± 1,59	89,6 ± 1,83	94,1 ± 1,42	94,5 ± 1,3
e	104,0 ± 2,69	112,1 ± 2,79	108,6 ± 2,51	109,7 ± 2,63	108,6 ± 1,1

Beim Vergleich der auf den verschieden großen Teilstücken erzielten Kartoffelernten mit dem hieraus für die einzelnen Sorten berechneten Mittelwerte ersieht man, daß dieser vielfach außerhalb der Fehlergrenzen liegt. Das besagt uns, daß auch bei unseren Versuchen gerade wie bei denen von Schneidewind der Boden mit den die verschieden großen Teilstücke enthaltenden Versuchsstreifen keineswegs gleichmäßig genug war, um ein allgemeines Ergebnis direkt folgern zu können. Wollen wir so die Ergebnisse der verschieden großen Flächen miteinander zu einem Mittel vereinen, so ist dies nur möglich, wenn wir aus den für verschiedene Sorten auf den gleichen Teilstückgrößen erzielten Erträgen das Mittel bilden, dieses gleich hundert setzen und damit die Erträge der einzelnen Sorten in Prozenten dieses Mittels berechnen. Wenn wir dann aus diesen Prozentenzahlen — wozu wir jetzt berechtigt sind — wieder die Mittelwerte bilden, so erhalten wir in diesen die für die einzelnen Sorten aus den ganzen Versuchsreihen hervorgehenden Endergebnisse. Multiplizieren wir diese mit dem mittleren Ertrage aller Teilstücke = 239,1 dz/ha und dividieren wir sie durch hundert, so stellen sich diese dann endlich wie folgt:

e)	Beseler	259,7 ± 2,7 dz/ha
a)	Belladonna	246,7 ± 9,6 dz/ha
c)	Silesia	239,4 ± 3,8 dz/ha
d)	Brinkhoff's Erfolg	226,0 ± 3,1 dz/ha
b)	Wohltmann-Greisitz	223,6 ± 5,0 dz/ha

Der große Fehler bei der Sorte Belladonna mag auf die zuvor erwähnte Unreinheit der Saat zurückzuführen sein; denn wir müssen annehmen, daß die vorliegenden Fehler vornehmlich auf die Sorten, also auf das Saatgut, zurückzuführen sind.

Wir kehren nun zu der Untersuchung unserer Teilstückgrößen-Versuche zurück und wenden uns zunächst den fünfteiligen Düngungsversuchen zu.

Der erste dieser Versuche wurde von uns (mit Unterstützung des Reichswirtschaftsamtes) auf dem Rittergute Metgethen bei Königsberg ausgeführt. Herrn Rittergutsbesitzer Weller sagen wir auch an dieser Stelle für seine freundliche Hilfe unseren besten Dank.

An Düngung wurde hier, wie bei dem folgenden Versuche, in dz/ha verabfolgt:

0,75 dz/ha Stickstoff = 3,85 dz/ha schwefelsaures Ammoniak
2,0 dz/ha Phosphorsäure = 12,66 dz/ha Superphosphat
1,5 dz/ha Kali = 3,75 dz/ha vierzigprozentiges Kalizalz.

Diese Düngergaben wurden wie folgt auf die einzelnen Teilstücke verteilt. Sie sollen in Zukunft zunächst der Einfachheit halber mit I, II, III, IV und V bezeichnet werden.

	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
Düngung I	—	—	—
Düngung II	+	—	+
Düngung III	—	+	+
Düngung IV	+	+	—
Düngung V	+	+	+

Die ganze Anlage der Versuche war sonst genau die gleiche wie bei dem Sortenanbauversuche, so daß ich auf das dort Gesagte verweisen kann.

Die wiederholte Besichtigung ergab keine sichtbaren Unterschiede bei den einzelnen verschieden gedüngten Parzellen. Die Ergebnisse aber zeigten, daß die ersten drei Teilstücke des die größten Parzellen enthaltenden Versuches noch durch einen unweitent fernten Dunghaufen besonders günstig beeinflußt worden waren. Wir haben sie aber trotzdem bei der Verarbeitung nicht ausgeschaltet. Es ging ferner der Länge nach durch die ganzen Versuchsstreifen der größten, der zweitkleinsten und der kleinsten Teilstücke ein Zusammenwurf, der zur Folge hatte, daß hier der Boden etwas frischer war, und das Kraut sich üppiger entwickelte und später abstarb. Da diese Ungleichheit aber alle Teilstücke dieser drei Versuchsreihen in ganz gleicher Weise traf, so werden die Versuche als solche hierdurch nicht weiter in Mitleidenschaft gezogen. Es tritt dies nur dadurch in den Ergebnissen in Erscheinung, daß die kleinsten Teilstücke den besten Boden, die zweitkleinsten auch noch etwas besseren Boden und die zweitgrößten Teilstücke demnach den geringsten Boden hatten. Wir werden dies nachher bei der allgemeinen Schlußfolgerung aus diesen Versuchen berücksichtigen müssen.

Wir lassen zunächst die Ernteerträge an Kartoffeln von den einzelnen Teilstücken folgen und tragen dabei in der Tabelle VII wiederum die Erträge der aneinander grenzenden Teilstücke in gleicher Reihenfolge untereinander ein.

Tabelle 7.

Kartoffelerträge in kg/pro Teilstück.

Nr. des Teilstückes	Düngung	Größe der Teilstücke in qm			
		7,2	28,8	86,1	259,2
1	I	9,70	34,5	81,0	409
2	II	14,40	29,5	89,5	385
3	III	11,45	42,4	110,0	435
4	IV	12,95	38,0	117,8	394
5	V	9,25	41,0	100,7	335
6	I	10,45	28,0	80,0	305
7	II	10,05	36,2	100,2	326
8	III	11,25	36,6	103,7	344
9	IV	14,65	44,0	101,7	370
10	V	16,05	43,6	84,0	352
11	I	10,05	31,8	72,2	287
12	II	10,65	41,6	83,5	276
13	III	16,35	42,0	94,7	328
14	IV	12,35	47,0	106,3	358
15	V	9,35	43,9	101,5	324
16	I	11,15	37,3	78,2	326
17	II	9,75	44,4	92,7	309
18	III	12,75	38,2	104,0	362
19	IV	15,05	40,8	113.4	388
20	V	12,65	40,7	101,1	327

Wir geben in der folgenden Tabelle 8 wieder die aus den je vier gleichangestellten Beobachtungen berechneten Mittelzahlen und ihre wahrscheinlichen Schwankungen wieder und berechnen diese Schwankungen um sie untereinander wiederum vergleichbar zu machen, noch in Prozenten der gemessenen Größe (r = % M).

Tabelle 8.

Mittelzahlen der Erträge der Tabelle 7 ohne Ausschaltung der Ungleichheit der Bodenbeschaffenheit.

Düngung	Parzellengröße qm							
	7,2		28,8		86,1		259,2	
	Mittel + r	r = % M	Mittel + r	r = % M	Mittel + r	r = % M	Mittel + r	r = % M
I	10,34 ± 0,23	2,2	32,9 ± 0,87	2,6	78,0 ± 1,43	1,8	331,8 ± 18,9	5,7
II	11,21 ± 0,78	7,0	37,9 ± 2,48	6 5	91,5 ± 2,43	2,7	324,0 ± 15,5	4,8
III	12,95 ± 0,83	6,4	39,8 ± 1,17	4,0	103,1 ± 2,05	2,0	367,3 ± 16,4	4,5
IV	13,75 ± 0,27	2,0	42,5 ± 1,42	3,5	109,8 ± 2,83	2,6	377,6 ± 6,5	1,7
V	11,83 ± 1,23	10,4	42,3 ± 0,71	1,7	96,8 ± 3,13	3,2	334,4 ± 4,5	1,3
im Mittel		5,60		3,66		2,46		3,60
±		1,19		0,54		0,19		0,71

Nach Ausschaltung der Ungleichheit der Bodenverhältnisse stellt sich auch bei diesen Beobachtungen eine weit größere Konstanz und ein geringerer Fehler der Abweichungen ein, wie dies die folgende Tabelle zeigt.

Tabelle 9.

Die gleichen Mittelzahlen wie in Tabelle 8 nach Ausschaltung der Ungleichheit der Bodenbeschaffenheit.

Düngung	Parzellengröße qm							
	7,2		28,8		86,1		259,2	
	Mittel ± r	r = % M	Mittel ± r	r = % M	Mittel ± r	r = % M	Mittel ± r	r = % M
I	10,55 ± 0,36	3.4	32,7 ± 1,00	3,1	77,0 ± 1,6	2,2	306,7 ± 7,2	2,3
II	10,75 ± 0,47	4,4	39,0 ± 1,01	2,6	91,5 ± 1,7	1,9	306,3 ± 6,6	2,2
III	13,16 ± 0,72	5,5	39,9 ± 0,95	2,4	100,6 ± 2,0	2,0	351,7 ± 6,1	1,7
IV	13,59 ± 0,41	3,0	43,0 ± 0,82	1,9	108,3 ± 1,4	1,3	367,9 ± 4,2	1,1
V	11,50 ± 0,97	8,4	42,8 ± 0,66	1,5	95,4 ± 2,3	2,4	331,3 ± 7,7	2,3
im Mittel		4,94		2,30		1,96		1,92
±		0,68		0,20		0,12		0,18
Berechnete Werte		4,94		2,30		1,94		1,94

nach der Gleichung: log (R — 1,94) = 0,7838 — 0,0426 qm.

Die Fehler schließen sich auch hier der Gleichung gut an. Vergleichen wir das Endergebnis mit dem des Sortenanbauversuches, so finden wir, daß auf kleinen Flächen der Fehler ein größerer wird. Er wird bei sehr kleinen Flächen noch 8 % der gemessenen Größe erreichen. Es hängt dies damit zusammen, daß wir bei dem Sortenanbauversuche zwischen je zwei Teilstücken eine Reihe Frühkartoffeln eingelegt hatten, während bei dem Düngungsversuche eine solche Trennung nicht vorgesehen war, und somit bei Teilstücken von einer Kartoffelreihe Breite diese noch von der Düngung der Nachbarreihen profitieren konnte.

Im übrigen kommen wir aber auch hier zu fast dem gleichen Ergebnisse! Der Fehler dieser Feldversuche läßt sich — auch wenn wir die Teilstücke noch so groß nehmen, nicht unter 2,18 % der gemessenen Größe reduzieren. Bei einer Flächengröße von 25 qm würden wir mit einem Fehler von 2,78 % statt mit 2,66 % der gemessenen Größe zu rechnen haben; bei einer Teilstückgröße von 50 qm mit einem solchen von 2,23 % gegen 2,38 % bei den Sortenanbauversuchen; unter der Voraussetzung natürlich, daß beide in der angegebenen Weise durchgeführt werden.

Wollen wir hier das Endergebnis des Düngungsversuches als solches betrachten, so müßten wir hierfür unsere Ergebnisse erst wieder in dz/ha umrechnen. Wir gelangen dann zu folgenden Resultaten:

Tabelle 10.

Ergebnisse des fünfteiligen Düngungsversuches Metgethen in dz/ha.

Düngung	Parzellengröße				im Mittel
	7,2	28,8	86,1	259,2 qm	
	Mittel ± r	Mittel ± r	Mittel ± r	Mittel ± r	
I	146,6 ± 4,95	113,5 ± 3,46	89,4 ± 1,86	118,3 ± 2,78	117,0
II	149,4 ± 6,55	135,4 ± 3,52	106,1 ± 2,17	118,1 ± 2,66	127,3
III	182,8 ± 10,02	138,6 ± 3,31	116,8 ± 2,38	135,7 ± 2,37	143,5
IV	188,8 ± 5,69	149,3 ± 2,85	125,8 ± 1,66	142,0 ± 1,61	151,5
V	159,7 ± 1,34	148,6 ± 2,29	110,8 ± 2,69	127,8 ± 2,99	136,7
im Mittel:	165,5	137,1	109,8	128,4	135,2

Erträge in Prozenten der darüberstehenden Mittelwerte.

Düngung	Parzellengröße in qm				im Mittel
	7,2	28,8	86,1	2,59	
	Mittel ± r	Mittel ± r	Mittel ± r	Mittel ± r	
I	88,6 ± 2,99	82,8 ± 2,53	81,4 ± 1,69	92,1 ± 2,16	86,2 ± 2,0
II	90,3 ± 3,96	98,8 ± 2,57	96,6 ± 1.98	92,0 ± 2,07	94,4 ± 1,6
III	110,5 ± 5,92	101,1 ± 2,41	106,4 ± 2,16	105,7 ± 1.84	105,9 ± 1,2
IV	114,1 ± 3,44	108,9 ± 1,87	114,6 ± 1,50	110,6 ± 1,25	112,1 ± 1,1
V	96,5 ± 0,81	108,4 ± 1,67	100,9 ± 2,45	99,5 ± 2,33	101,3 ± 1,7

Führen wir diese letzten Mittelwerte wieder durch Multiplikation mit dem Gesamtmittel 135,2 und durch Division durch 100 auf die ursprünglichen Werte der Erträge zurück, so erhalten wir aus diesem Düngungsversuche das folgende Endergebnis:

ohne Düngung	116,5 ± 2,7 dz/ha
Kali und Stickstoffdüngung	127,7 ± 2,2 dz/ha
Kali und Phosphorsäuredüngung . . .	143,2 ± 1,6 dz/ha
Phosphorsäure und Stickstoffdüngung . .	151,6 ± 1,5 dz/ha
Phosphorsäure, Stickstoff und Kalidüngung	136,9 ± 2,3 dz/ha

Es ist bei diesen Versuchen also eine deutliche Phosphorsäurewirkung zu erkennen; die Düngung II gibt gegen I nur einen geringen Mehrertrag, der noch innerhalb der Versuchsfehler liegt, während Düngung III, IV, welche Phosphorsäure enthielten, gegen I und II Mehrerträge liefern, die völlig außerhalb der Versuchsfehler liegen. Ob der Leser dieses Ergebnis auch ohne die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung direkt aus den Ernteerträgen (Tabelle 7) abzulesen vermochte, wage ich zu bezweifeln; denn selbst die Mittelzahlen in Tabelle 8 lassen eine eindeutige Beurteilung der Beobachtungen noch nicht zu.

Es scheint mir ferner aus den Versuchen hervorzugehen, daß die Kalidüngung in geringerem Maße deprimierend auf die Erträge eingewirkt hat; denn die Volldüngung V hat gegen die kalifreie Düngung IV einen Minderertrag von 14,7 ± 2,75 dz/ha an Kartoffelknollen ergeben.

Wir wenden uns nun der Besprechung unseres dritten Teilstückgrößen-Versuches zu. Über diesem hat zunächst insofern ein kriegsmäßiger Unglücksstern gestanden, als die in unserem Institute abgewogenen und verpackten Düngermengen zum Teil in den Papiertüten nicht heil am Bestimmungsorte ankamen. Es mußten darum eine Reihe der vorgesehenen Versuche ausbleiben. Man ersieht dieses aus der Zusammenstellung der Einzelergebnisse in Tabelle 11. Die größten Teilstücke konnten darum nur in zweifacher Wiederholung durchgeführt werden und bei den zweitgrößten Teilstücken mußten wir uns mit einer dreifachen Wiederholung der Versuche begnügen. Es mußten ferner bei den drei größten Teilstückversuchen Teilstücke je einer Düngung ausgelassen werden. Die Anlage der Versuche war sonst die gleiche wie bei den zuvor besprochenen. Sie wurden mit Hilfe unserer ostpreußischen Landwirtschaftskammer bei Herrn Rekittke in Schwenkendorf angestellt, welchem wir auch an dieser

Stelle für seine stets bereite Hilfe und Mitarbeit bestens danken. Herr Dr. P. Ulrich hat — da für mich das Versuchsfeld bei den jetzigen Verkehrsverhältnissen im Semester unerreichbar war — sowohl die Anlage der Versuche überwacht, als auch die Erträge der einzelnen Teilstücke quantitativ festgestellt. Was an Versuchen in Schwenkendorf zur Durchführung gelangen konnte, ist jedenfalls in jeder Beziehung einwandfrei; denn auch während der Vegetation konnten irgendwie schädigende Einflüsse nicht festgestellt werden. Daß man das Endergebnis, den außerordentlich großen Einfluß der Stickstoffdüngung, naturgemäß bereits während der Vegetation beobachten konnte, liegt in dem Versuche als solchem und ist nicht als Störung zu bezeichnen.

Ich gebe zunächst die Erträge der einzelnen Teilstücke wieder:

Tabelle 11.
Kartoffelerträge in kg pro Teilstück. (Versuch Schwenkendorf.)

Nr. des Teilstückes	Düngung	Größe der Teilstücke in qm			
		7,88	31,5	95,8	236,8
1	I	9,5	43,5	105,5	242,5
2	II	18,5	81,0	198,0	559,0
3	III	11,5	45,5	—	—
4	IV	19,0	—	199,5	500,0
5	V	17,5	88,5	228,5	572,5
6	I	9,8	40,5	110,0	204,5
7	II	17,5	75,0	244,5	509,5
8	III	13,5	37,5	—	—
9	IV	18,0	—	223,5	479,0
10	V	21,3	75,5	249,0	571,5
11	I	9,8	36,0	99,5	—
12	II	18,8	83,0	216,5	—
13	III	8,8	44,0	—	—
14	IV	17,5	—	203,5	—
15	V	18,5	75,0	224,0	—
16	I	10,5	32,8	—	—
17	II	17,0	72,5	—	—
18	III	9,8	37,5	—	—
19	IV	13,5	—	—	—
20	V	19,5	83,5	—	—

Die aus diesen Ergebnissen berechneten Mittelzahlen ohne und mit Berücksichtigung der Ungleichheiten des Bodens des Versuchsfeldes sind die folgenden:

Tabelle 12.
Mittelzahlen der Kartoffelerträge in Schwenkendorf in kg/Teilstück, mit und ohne Anwendung der Ausgleichsrechnung zur Ausschaltung der Bodenungleichheit.

Düngung	Teilstückgröße qm							
	7,88		31,5		95,8		236,8	
	Mittel ± r	r = % M	Mittel ± r	r = % M	Mittel ± r	r = % M	Mittel ± r	r = % M
	a) ohne Ausschaltung der Bodenungleichheit.							
I	9,9 ± 0,30	3,0	38,2 ± 3,6	9,4	105,0 ± 3,8	3,6	223,5 ± 22,6	10,1
II	18,0 ± 0,68	3,8	77,9 ± 4,0	5,1	219,7 ± 17,1	7,8	534,3 ± 30,1	5,6
III	10,9 ± 1,56	14,3	41,1 ± 3,6	8,8	—	—	—	—
IV	17,0 ± 1,70	10,0	—	—	208,8 ± 10,0	4,8	489,5 ± 12,6	2,6
V	19,2 ± 1,18	6,1	80,6 ± 5,2	6,5	233,8 ± 10,4	4,4	572,0 ± 0,6	0,1

Düngung	Teilstückgröße qm							
	7,88		31,5		95,8		236,8	
	Mittel ± r	r = % M	Mittel ± r	r = % M	Mittel ± r	r = % M	Mittel ± r	r = % M
	b) mit Ausschaltung der Bodenungleichheit.							
I	10,0 ± 0,55	5,5	36,5 ± 1,77	4,8	105,2 ± 4,70	4,5	212,1 ± 8,28	3,9
II	17,9 ± 0,64	3,5	76,9 ± 3,02	3,9	224,5 ± 9,18	4,1	529,0 ± 11,34	2,1
III	10,9 ± 1,24	11,4	40,8 ± 2,01	4,9	—	—	—	—
IV	17,5 ± 0,85	4,9	—	—	211,1 ± 3,60	1,7	490,5 ± 4,94	1,0
V	19,1 ± 1,04	5,4	77,1 ± 2,87	3,7	237,2 ± 6,36	2,7	572,8 ± 11,68	2,0
im Mittel: a)		7,4 ± 1,60		7,5 ± 0,81		5,2 ± 0,66		4,6 ± 1,61
b)		6,14 ± 0,89		4,35 ± 0,27		3,25 ± 0,51		2,25 ± 2,31
berechnet zu b)		6,14		4,38		2,67		2,31

nach der Gleichung: $\log (r - 2{,}3) = 0{,}6749 - 0{,}0115 \cdot qm$
worin r gleich dem Fehler der einzelnen Beobachtung in Prozenten der gemessenen Größe ($r = \% M$) und qm gleich der Größe des Versuchsteilstückes in qm ist. Wir mußten hier auf den Fehler der einzelnen Beobachtung zurückgreifen, da infolge der Transportverhältnisse nicht alle Versuche, so wie es geplant war, auf je vier gleichen Teilstücken ausgeführt werden konnten. Um das Ergebnis nun mit dem der anderen Versuchsreihen vergleichbar zu gestalten, wollen wir auch hier den Fehler unter der Annahme berechnen, daß je vier Parallelversuche in gleicher Weise wie sonst durchgeführt wurden. Die wahrscheinlichen Fehler sind dann, um die der so erhaltenen Mittelwerte zu bilden, noch durch $\sqrt{4} = 2$ zu dividieren.

Unsere Gleichung geht dann dementsprechend in die folgende Form über:

$$\log (R - 1{,}15) = 0{,}3739 - 0{,}0115 \cdot qm.$$

Den Anschluß der gefundenen Werte an die Berechnungen ergibt dann die folgende Zusammenstellung:

qm	7,88	31,5	95,8	236,8
R gefunden . . .	3,07 ± 0,44	2,17 ± 0,13	1,62 ± 0,25	1,18 ± 0,20
R berechnet . . .	3,07	2,18	1,34	1,15

Um auch bei diesen Versuchen die praktischen Ergebnisse klarer zu stellen, habe ich die Erträge in dz/ha umgerechnet. Ich habe den Mittelwerten die wahrscheinlichen Schwankungen derselben angefügt, wie diese nach Ausschaltung der Ungleichheit des Bodens unter Berücksichtigung der jeweiligen Anzahl von Parallelversuchen in jedem einzelnen Falle zu errechnen sind.

Tabelle 13.

Kartoffelerträge in Schwenkendorf in dz/ha.

	Teilstückgröße in qm				Mittel
	7,88	31,5	95,8	236,8	
Düngung I . . .	127,2 ± 3,5	115,8 ± 2,8	109,8 ± 2,8	89,5 ± 2,5	110,6 ± 5,3
Düngung II . . .	227,7 ± 4,0	244,1 ± 4,8	234,3 ± 5,5	223,5 ± 3,4	232,4 ± 3,3
Düngung III . . .	138,7 ± 7,9	129,5 ± 3,2	—	—	134,1 ± 3,9
Düngung IV . . .	222,4 ± 5,4	—	220,4 ± 2,1	207,1 ± 1,5	216,6 ± 3,8
Düngung V . . .	242,9 ± 6,6	244,6 ± 4,6	247,6 ± 3,8	241,8 ± 3,5	244,2 ± 1,5

Auch hier hat auf den verschiedenen Versuchsfeldern noch eine Bodenungleichheit vorgelegen, insofern die größten Teilstücke offenbar den geringsten Boden erhalten haben. Ich möchte aber trotzdem hier auf eine Weiterverarbeitung der Ergebnisse verzichten, die noch insofern etwas weitläufiger sein müßte, als wir naturgemäß den Ergebnissen der Versuchsflächen, bei denen je vier Parallelversuche vorliegen, einen weit höheren Wert beizumessen haben als denen, wo nur zwei Parallelversuche durchgeführt werden konnten usw. — Schon so erhellt aus den Ergebnissen, daß es dem Boden deutlich an Stickstoff gefehlt hat. Durch die Stickstoffdüngung werden die Erträge fast um das Doppelte gesteigert. Die Phosphorsäure- und die Kalidüngung haben dagegen nur ganz geringe Mehrerträge gezeitigt, die meistens noch innerhalb unserer Versuchsfehler liegen.

Wir wollen nun auf Grund des gesamten zuvor behandelten Beobachtungsmateriales unsere Schlußfolgerungen für die für Kartoffelfeldversuche zu wählende Parzellengröße ziehen. Wir setzen dabei voraus, daß die Versuche mit je vier Parallelversuchen durchgeführt und in der angegebenen Weise verarbeitet wurden. Dabei stellten sich die Fehler in Prozenten der gemessenen Größe zunächst wie folgt:

	Parzellengröße					
	ganz klein	10 qm	25 qm	50 qm	100 qm	besonders groß
Sortenanbauversuch Nickelsdorf	3,50	2,81	2,33	2,07	2,00	2,00
Düngungsversuch Metgethen .	8,02	4,92	2,46	1,99	1,94	1,94
desgl. Schwenkendorf . . .	3,52	2,97	2,37	1,78	1,32	1,15

Die Fehler wurden hier wieder in Prozenten der gemessenen Größe ausgedrückt. Danach scheint für alle Kartoffelfeldversuche, welche in dieser Weise durchgeführt und verarbeitet werden, eine Teilstückgröße von 25 qm völlig ausreichend zu sein. Bei einer Teilstückgröße von 10 qm dürften die Fehler unstet werden, während eine Teilstückgröße von 50 qm schon als übermäßig groß bezeichnet werden muß!

Der Ansicht Schneidewinds, daß man lieber 100 qm als Parzellengröße wählen soll, weil dann hier die Erträge in kg gleich den Erträgen in dz/ha sind, vermag ich nicht beizupflichten; ich will lieber dem Landwirte die Arbeit dadurch erleichtern, daß ich die Teilstückgröße möglichst klein nehme, und mich selbst oder auch den Landwirt der Arbeit dafür unterziehen, die Ergebnisse dieser Versuche mit vier oder mit einer anderen Zahl zu multiplizieren!

Ist es nicht möglich, in der gedachten Weise die Fehler, welche durch die Ungleichheit des Bodens auf dem Versuchsfelde bedingt sind, auszuschließen, so müssen wir selbstverständlich bei einer höheren Parzellen-

größe den Minimalfehler erhalten; dies hat H. Vagler[1]) in einer soeben erschienenen, sehr verdienstvollen Untersuchung dargetan.

Noch ist man aber für „Demonstrationsversuche" immer noch geneigt, überhaupt keine Parallelversuche anzustellen, und es dürfte da wohl angebracht sein, auch auf den dadurch bedingten Fehler hinzuweisen. Wir nehmen an, daß für derartige Versuche möglichst große Teilstücke gewählt werden. Der Fehler würde dafür nach unserer Versuchsanordnung zunächst 1,7 % betragen. Dadurch, daß hier aber keine vier Parallelversuche vorliegen, muß diese Größe zunächst mit $\sqrt{4} = 2$ multipliziert werden. Dadurch, daß wir aber für die Ungleichheit des Bodens überhaupt gar keine Anhaltspunkte haben, tappen wir zunächst bei der Beurteilung der Ergebnisse noch völlig im Dunklen. Nehmen wir aber selbst an, daß hierdurch, wie in unseren Fällen, wo der Boden „möglichst gleichartig" war, der Fehler nur um das Doppelte vergrößert wird, so würde uns ein derartiger Versuch, der auf möglichst großen Teilstücken durchgeführt wird, nur die gleiche Sicherheit ergeben, wie ein Versuch, der nach unserem Vorgehen auf möglichst kleinen Teilstücken durchgeführt wurde. Der wahrscheinliche Fehler würde dann immer schon 6,8 % der gemessenen Größe, d. h. des festgestellten Ertrages betragen. Welcher Wert dann aber überhaupt der Differenz zweier Erträge beizumessen ist, auf die es uns doch schließlich ankommt, das Urteil darüber mag sich der Versuchsansteller, welcher weiß, daß der vierfache wahrscheinliche Fehler erst die Grenze der Wahrscheinlichkeit bildet und daß der Fehler der Differenz sich dann auf $\sqrt{6{,}8^2 + 6{,}8^2} = \pm 9{,}6\,\%$ der festgestellten Erträge stellt, selbst bilden! Die Differenz wird oft wesentlich kleiner sein, als dieser Fehler.

Will man darum von Staats wegen die Landwirte auf Düngungsversuche hinweisen, so sollte man ihnen zunächst nur für kleine Versuchsteilstücke mit je vier Parallelteilstücken die erforderlichen Düngemengen direkt abgewogen zur Verfügung stellen, und dann erst größere Posten dieser Düngemengen umsonst oder zu einem Vorzugspreise abgeben, wenn diese Versuche exakt durchgeführt wurden!

Die sogenannten Demonstrationsversuche ohne Kontrollparzellen sollten hingegen von Staats wegen nicht gefördert, sondern vielmehr verboten werden, da sie nur allzu leicht zu Selbsttäuschungen Veranlassung geben müssen.

II. Über die Standweite der Kartoffelstauden auf dem Felde und über die Größe der auszulegenden Saatknollen.

Versuche über die Standweite der Kartoffelstauden auf dem Felde wurden im Vorjahre wie in diesem Jahre auf der Kartoffelkulturstation der Landwirtschaftskammer in Nickelsdorf bei Allenstein durchgeführt; gleichzeitig aber auch von uns in unserem Institutsgarten auf kleinen Parzellen zur Durchführung gebracht.

[1]) H. Vagler, Journal für Landwirtschaft 1919, S. 97—108.

Der Institutsgarten hat den Vorzug, daß der Boden in ihm — wie wir dies verschiedentlich durch Sortenanbauversuche konstatieren konnten — sehr gleichmäßig ist, dem gegenüber aber den großen Nachteil, daß das zur Verfügung stehende Areal derart klein ist, daß es nicht möglich war, Parallelversuche durchzuführen. Um nun doch einige Anhaltspunkte für die Sicherheit unserer Ergebnisse zu erzielen, gingen wir so vor, daß wir je sechs Kartoffelreihen immer in dem gleichen Abstande anbauten und zur Ernte den Ertrag der vier mittelsten Kartoffelreihen für sich feststellten. Die Fehler, welche durch die Individualität der je 10 Stauden bedingt wurden, kehren so in den Abweichungen der einzelnen Versuche vom Mittel wieder, den Fehler, welcher aber doch durch eine gewisse Ungleichheit des Bodens bedingt wird, konnten wir auf diesem Wege natürlich nicht erkennen oder gar ausschalten. Wir erkennen ihn z. T. noch dadurch, daß sich die Beobachtungen der verschiedenen Versuchsreihen gegenseitig bedingen.

Gartenversuch 1918.

Kartoffelsorte: Industrie, ältere Absaat. Pflanzabstand in der Reihe 45 cm. Reihenabstand: 70 cm, 40 cm, 25 cm und 15 cm.

Die Erträge ersieht man aus der Tabelle 14.

Tabelle 14.

Kartoffelerträge bei verschiedenen Standweiten. — Gartenversuch 1918.

Reihe	Reihenabstand cm	Knollengewicht einer Staude in g: gefunden	Knollengewicht einer Staude in g: berechnet	Standraum qcm	Knollenertrag in dz/ha: gefunden	Knollenertrag in dz/ha: berechnet	Anzahl der Pflanzen in Tausenden auf den ha
1	15	245			407,2		166,67
2	15	290			482,2		166,67
3	15	290			482,2		166,67
4	15	315			525,0		166,67
Mittel	15	285 ± 9,8	282	600	474,1 ± 16,3	432,0	166,67
1	25	380			380,0		100,00
2	25	325			325,0		100,00
3	25	350			350,0		100,00
4	25	345			345,0		100,00
Mittel	25	350 ± 7,3	374	1000	350,0 ± 7,3	349,0	100,00
1	40	356			222,5		62,50
2	40	483			301,9		62,50
3	40	528			330,0		62,50
4	40	579			361,9		62,50
Mittel	40	487 ± 32,6	457	1600	304,1 ± 17,1	263,4	62,50
1	70	543			193,9		35,71
2	70	493			176.1		35,71
3	70	461			164,4		35,71
4	70	472			168,6		35,71
Mittel	70	492 ± 12,6	493	2800	175,8 ± 4,5	173,9	35,71

Die berechneten Werte folgen den Gleichungen:

log (500 — y) = 2,699 — 0,0006 qcm, worin y = dem Ertrag der einzelnen Pflanze, qcm = dem Standraum in qcm

und log (500 — y) = 2,699 — 0,0052 · A, worin y = dem Pflanzenertrage in dz/ha, A = der Anzahl Pflanzen in 1000 pro ha entspricht.

Nickelsdorfer Versuch 1918.

Der Feldversuch, welcher in Nickelsdorf 1918 zur Feststellung der zweckmäßigen Auslegung der Saatknollen angestellt wurde, ergab bei der folgenden Anlage der Versuche die in der folgenden Zeichnung eingetragenen Erträge in dz/ha. Die Größe der einzelnen Versuchsstücke betrug ungefähr 50 qm.

Tabelle 15.
Anlage der Versuche und Einzelerträge des Standweitenversuches Nickelsdorf 1918.

Standweite in cm . .	40 × 50	40 × 60	75 × 75	40 × 50	40 × 60	75 × 75
Ertrag dz/ha	232	195	175	222	232	178
Standweite in cm . .	40 × 50	40 × 60	75 × 75	40 × 50	40 × 60	75 × 75
Ertrag dz/ha	227	212	189	227	217	169

Aus den vorstehenden Einzelwerten ergeben sich die folgenden Mittelerträge und wahrscheinliche Schwankungen:

Tabelle 16.
Einfluß der Standweite der Kartoffelstauden auf den Ertrag. Versuch Nickelsdorf 1918.
Kartoffelsorte Wohltmann.

Standweite cm	Anzahl der Stauden in Tausend/ha (x)	Erträge in dz/ha gefunden	(y) berechnet
40 × 50	50,0	227 ± 1,2	225
40 × 60	41,7	214 ± 5,1	223
75 × 75	17,8	178 ± 2,8	178

Die berechneten Werte folgen der Gleichung:

$$\log (230 - y) = 2{,}3617 - 0{,}013 \cdot x.$$

Da der Faktor hier 0,013 ist, bei den Gartenversuchen aber 0,0052 betrug, so muß man auf dem Gartenboden die Kartoffeln über doppelt so dicht stellen, um eine gleichartige Ertragssteigerung zu erzielen. Mit anderen Worten läßt der Gartenboden infolge seiner größeren Feuchtigkeit, welche ja auch wesentlich höhere Erträge zur Folge hat, ein doppelt so dichtes Aussetzen der Kartoffeln zu, als der lehmige Sand in Nickelsdorf.

Wir geben zunächst noch die diesjährigen Versuche wieder.

Königsberger Gartenversuch 1919.

Mit dem Standraumversuche wurde in diesem Jahre gleichzeitig ein Versuch kombiniert, welcher uns Anhaltspunkte über die zweckmäßige Größe der auszulegenden Kartoffelsaatknolle geben sollte. Die Anlage der Versuche war sonst die gleiche wie im Vorjahre. Sie wurden nur

einmal mit einer Saatknollengröße von 30—50 (durchschnittlich 37, 9) g durchgeführt, dann in gleicher Weise mit Saatknollen von 60—85 (durchschnittlich 70,0) g, und endlich mit einem Saatknollengewichte von 100—150 (durchschnittlich 123,0) g. Die Versuche mit verschiedener Knollengröße lagen derart zueinander, daß die Pflanzreihen durch alle drei Versuche fortliefen und dabei die mittelgroßen Knollen auf dem mittleren Streifen ausgelegt wurden.

Bei den am engsten gestellten Kartoffeln scheint die eine Randreihe, welche wir, um eine gleichmäßige Beschattung sicher zu stellen, von dem Versuche ausgeschlossen haben, nicht immer genügt zu haben; wenigstens ist das hohe Ergebnis der letzten Versuchsreihe bei den besonders großen Saatknollen sowie das bei den mittleren Saatknollen wohl auf eine zu günstige Stellung dem Vegetationsfaktor Licht gegenüber zurückzuführen. Wir haben diese Versuche darum eingeklammert und bei der Mittelbildung weggelassen.

Als Versuchskartoffel diente uns Wohltmann 34.

Tabelle 17.

Kartoffelerträge bei verschiedener Standweite und Saatknollengröße. Königsberger Versuche 1919. Gewicht einer Staude in g.

Saatknollengröße = g	Reihenabstand															
	70 cm				40 cm				25 cm				15 cm			
	Reihe															
	1	2	3	4	1	2	3	·4	1	2	3	4	1	2	3	4
123,0 g	849	940	765	721	577	551	551	560	312	460	359	321	222	212	182	371
70,0 g	878	828	685	760	454	470	620	532	397	227	294	326	206	203	248	301
37,9 g	752	840	697	783	513	420	487	390	333	258	365	339	199	286	280	243
im Mittel																
123,0 g	819 ± 37				560 ± 4				363 ± 12				205 ± 9			
70,0 g	788 ± 32				519 ± 28				311 ± 25				217 ± 10			
37,9 g	768 ± 21				452 ± 23				324 ± 16				255 ± 22			
berechnet:	**819**				545				368				233			

Die berechneten Werte folgen, wenn man für x den Reihenabstand, für y den Ertrag der einzelnen Staude ansetzt, der Gleichung:

$$\log (1500 - y) = 3{,}1761 - 0{,}0049 \cdot x$$

oder, wenn man mit qm den Standraum der einzelnen Pflanze in qm einsetzt der Gleichung:

$$\log (1500\ y) = 3{,}1761 - 1{,}225 \cdot qm.$$

Aus der Übereinstimmung der berechneten mit den gefundenen Werten ersieht man, daß die Größe der Saatknolle bei diesen Versuchen keinen großen Einfluß gehabt hat. Wenigstens scheint dieser Einfluß innerhalb der Versuchsfehler zu liegen! Die Mittelzahlen scheinen sonst zu ergeben, daß bei weiterem Standraume die größeren Saatknollen, bei engerem Standraume die kleinen Saatknollen höhere Staudenerträge zeitigten.

Wir rechnen nun unsere Erträge derart um, daß wir die Ernten in dz/ha in ihrer Abhängigkeit von der Anzahl der Pflanzstellen auf dem

Hektar studieren können; dabei ist zu berücksichtigen, daß die Entfernung der Stauden innerhalb der einzelnen Reihen je 40 cm betrug.

Tabelle 18.
Erträge in dz/ha in ihrer Abhängigkeit von der Anzahl der Pflanzstellen/ha.

Pfl./ha in 1000	Saatknollengröße			berechnet
	37,9 g	70,0 g	123,0 g	
35,7	292 ± 13	281 ± 11	274 ± 8	280
62,5	350 ± 3	324 ± 17	283 ± 15	345
100,0	363 ± 12	311 ± 25	324 ± 16	373
166,7	342 ± 16	362 ± 17	425 ± 37	380

Die berechneten Werte folgen dabei der Gleichung:

$$\log (383 - y) = 2{,}5832 - 0{,}016 \times 1000 \text{ Pflanzstellen.}$$

Vergleichen wir dieses Ergebnis mit dem des Vorjahres, so sehen wir, daß auch im Garten in diesem Jahre die Standweite der Kartoffel sehr viel weiter gewählt werden konnte als im Vorjahre, und zwar im Verhältnis von 0,016 : 0,0052.

Es ist wohl zweckmäßig, nach einer Erklärung hierfür zu suchen. Wir können diese einmal darin finden, daß wir in beiden Jahren eine verschiedene Kartoffelsorte zu den Versuchen heranzogen; wir können aber andrerseits auch die Jahreswitterung hierfür verantwortlich machen.

Den Schlüssel hierfür gibt uns zunächst ein Versuch, den wir in diesem wie im vergangenen Jahre in unserem Institutsgarten mit der kleinen weißen Perlbohne, einer Phasäolusart, anstellten. Hier stieg im Vorjahre der Ertrag mit der Anzahl der Pflanzstellen auf dem Hektar nach der Gleichung:

$$\log (44{,}8 - y) = 1{,}651 - 0{,}00172 \cdot (1000 \text{ Pflanzstellen})$$ [1].

In diesem Jahre, wo die Versuche in ganz der gleichen Weise durchgeführt wurden, war die Abhängigkeit des Ertrages von der Anzahl der Tausend Pflanzstellen auf dem Hektar der folgende:

$$\log (34{,}4 - y) = 1{,}5366 - 0{,}004 \cdot (1000 \text{ Pflanzstellen}).$$

Auch hier sind die erreichbaren Höchsterträge ebenso wie bei den Kartoffelversuchen im letzten Jahre geringer; auch hier kommen wir aber zur Ereichung der Erträge im letzten Jahre mit einer geringeren Standraumweite aus, und zwar im Verhältnis von 0,0017 : 0,004.

Die geringen Abweichungen, welche hier bei den ganz verschiedenen Kulturpflanzen in Erscheinung treten, können gern innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Wir werden a. a. O. auf diese Bohnenversuche zurückzukommen haben.

Hier sei nur soviel festgestellt, daß die zweckmäßigste Standraumweite, in der wir unsere Kartoffeln anzubauen haben, von der Witterung und von dem Boden mitbedingt wird, daß man also auch hier wie überall im landwirtschaftlichen Pflanzenbau dem praktischen Landwirte keine allgemeinen Regeln zu geben vermag. Soviel ist aber jedenfalls sicher, daß die Standraumweite um so größer bemessen werden kann, je feuchter

[1] Fühlings Landw. Ztg., 68. Jahrg. 1919, Heft 7/8, S. 124 und f.

unser Boden, und je feuchter die Jahreswitterung ist; denn das Jahr 1919 zeichnete sich gegen das Vorjahr durch ausreichend feuchte Witterung aus.

Inwieweit die andere Kartoffelsorte einen größeren Einfluß auf den Ertrag bei verschiedener Standweite ausübt, werden wir bei Besprechung der diesjährigen Nickelsdorfer Versuche zu untersuchen haben.

Hier wollen wir nur an der Hand unserer Ergebnisse zeigen, wie sich die Erträge an Kartoffelknollen nach Abzug der Aussaat stellen, wenn wir verschieden große Saatknollen auslegen und einen verschieden großen Standraum wählen:

Tabelle 19.

Kartoffelerträge in dz/ha nach Abzug der Aussaat bei verschiedener Standweite.

Standweite cm	Anzahl der Saatstellen in 1000/ha	Erträge in dz/ha bei einer Saatknolle von		
		37,9 g	70,0 g	123,0 g
75 × 40	35,7	279 ± 13	256 ± 11	**230** ± 8
40 × 40	62,5	**326** ± 3	**281** ± 17	206 ± 15
25 × 40	100,0	325 ± 12	241 ± 25	201 ± 16
15 × 40	166,7	279 ± 16	246 ± 17	220 ± 37

Man ersieht aus diesen Zahlen, daß wenn, wie in unserem Falle, die größeren Saatknollen keinen wesentlichen Mehrertrag gegen die kleineren Saatknollen abwerfen, die letzteren unbedingt den Vorzug verdienen und ferner, daß eine Standweite von 40 × 40 cm hier den höchsten Ertrag abwarf; denn wenn selbst die engere Standweite von 25 × 40 cm noch innerhalb der Fehler einen gleich hohen Ertrag brachte, so muß diese doch hinter der weiteren Standweite wegen des dabei erforderlichen größeren Arbeitsaufwandes zurücktreten.

Bei den Versuchen, die wir im Vorjahre im Garten ausführten, würden wir nach Abzug der Aussaat (1000 Knollen wogen damals 0,47 dz) bei einem Standraum von 500 qcm pro Pflanze, also von 12,5 × 40 cm, die höchsten Erträge nach Abzug der Aussaat haben, während bei den vorjährigen Versuchen in Nickelsdorf die Staudenentfernung zweckmäßig auf 28 × 40 cm oder die Staudenmenge auf den ha auf ca. 90 000 zu bemessen sein würde.

Die ganzen Versuche finden nun endlich durch die, welche im laufenden Jahre in Nickelsdorf angestellt wurden, ihre weitere Ergänzung.

Nickelsdorfer Versuch 1919.

Die Versuche wurden mit drei verschiedenen Kartoffelsorten bei vier verschiedenen Standweiten durchgeführt. Von der Sorte Beseler wurde ferner ein Versuch mit Saatgut von kleinen Knollen (30—36 g im Durchschnitt), ein Versuch mit mittelgroßen Saatknollen (durchschnittlich 51—71 g) und endlich ein Versuch mit großen Saatknollen (durchschnittlich 125—144 g) angesetzt. Die Anlage der Versuche war die gleiche wie bei den eingangs beschriebenen Teilstückversuchen, nur daß die Teilstücke bei verschiedener

Standweite nicht immer die gleiche Größe haben konnten. Es betrug so die Teilstückgröße bei der Standweite

30 × 50 cm = 44,52 qm
40 × 50 cm = 40,00 qm
50 × 60 cm = 38,40 qm
75 × 75 cm = 35,44 qm.

Bei der Anlage der Versuche war es möglich, auch hier die Erträge mit Hilfe des Ausgleichsverfahrens zu verarbeiten, um die Bodenungleichheit bezw. die durch diese hervorgerufenen Fehler nach Möglichkeit auszuschalten.

Ich lasse nun zunächst die Ergebnisse, so wie sie auf den einzelnen Teilstücken festgestellt wurden, und in der Reihenfolge, in welcher die einzelnen Teilstücke nebeneinanderlagen, folgen:

Tabelle 20.

Kartoffelerträge der Standweitenversuche in Nickelsdorf 1919.

Standweite	Fläche	Kartoffelsorte				
		Beseler	Beseler	Beseler	Silesia	Alma
		Durchschnittsgewicht der Saatknolle in g				
	qm	33,6	64,4	137,9	36,8	60,6
30 × 40	44,52	3,35	3,91	3,32	3,44	3,35
40 × 50	40,00	2,35	3,01	3,14	2,42	2,47
50 × 60	38,40	1,96	2,74	2,89	1,80	2,02
75 × 75	35,44	1,30	1,51	1,68	1,00	1,06
30 × 40	44,52	2,74	3,70	3,74	3,01	3,54
40 × 50	40,00	2,22	2,64	3,34	2,52	2,67
50 × 60	38,40	2,06	2,54	3,55	2,40	2,54
75 × 75	35,44	1,06	1,23	2,03	1,58	1,29
30 × 40	44,52	3,50	2,82	4,29	2,78	3,64
40 × 50	40,00	2,61	2,35	3,24	2,56	2,71
50 × 60	38,40	2,26	2,06	2,59	1,44	2,38
75 × 75	35,44	1,41	1,36	1,57	1,14	1,48
30 × 40	44,52	3,69 *)	3,48	3,83	3,52	3,44
40 × 50	40,00	2,84	3,01	3,38	2,30	3,01
50 × 60	38,40	2,66	3,15	3,43	2,15	2,81
75 × 75	35,44	1,76	1,90	1,99	1,42	1,87

Bei der Besichtigung dieses Versuches zeigte sich, daß die Aussaat von Beseler nicht rein war, sondern eine starke Beimengung von Model enthielt. Der hierdurch bedingte Fehler schien auf den mit großen und mit mittelgroßen Saatknollen bestellten Streifen allerdings alle Teilstücke ziemlich in gleicher Weise zu treffen; dagegen war das mit *) bezeichnete Teilstück fast rein mit Beselerkartoffel bestellt worden, während sonst die mit den kleinsten Saatknollen bestellten „Beseler"-Teilstücke vorwiegend Modelkartoffeln enthielten.

Beim Auslegen der Saatknollen ist leider insofern bei allen Versuchen ein Fehler unterlaufen, als die Versuche mit der Standenentfernung 50 × 60 cm ständig die kleinsten Saatknollen enthielten; nur bei den mittelgroßen Pflanzknollen von Beseler erhielten die kleinsten Saatknollen die Teilstücke mit 40 × 50 cm Pflanzenabstand. Es kann dadurch,

daß die verschieden großen Knollen — und es handelt sich hier um Unterschiede von 28 bis 42 g und von 125 bis 141 g — nicht gleichmäßig über die verschiedenen Standweitenversuche verteilt waren, ein systematischer Fehler in die Versuche hineingekommen sein, den wir nachträglich nicht mehr ermitteln können.

Ich lasse nun die auf dz/ha reduzierten Erträge und ihre wahrscheinlichen Schwankungen, sowie die hierfür berechneten Werte folgen:

Tabelle 21.

Kartoffelerträge in dz/ha der Standweitenversuche in Nickelsdorf 1919.

Anzahl der Pflanzstellen in 1000	Kartoffelsorte									
	Beseler		Beseler		Beseler		Silesia		Alma	
	Saatknollengewächse in g									
	33,6		64,4		137,6		36,8		60,6	
	gefunden	ber.	gefunden	ber.	gefunden	ber.	gefunden	ber.	gefunden	ber.
17,8	92 ± 3,8	93	100 ± 2,8	100	125 ± 2,1	120	88 ± 5,7	93	93 ± 4,0	100
33,3	143 ± 2,4	135	165 ± 5,0	146	200 ± 7,2	175	125 ± 7,6	135	157 ± 3,5	146
50,0	157 ± 1,9	159	169 ± 3,2	172	206 ± 3,7	206	155 ± 4,1	159	172 ± 1,8	172
83,3	186 ± 4,2	179	190 ± 4,7	192	220 ± 4,9	231	177 ± 7,0	179	199 ± 4,2	192

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen:

Für die Saatknollengrößen 33,6 und 36,8 g: $\log (185 - y) = 2{,}2672 - 0{,}017 \cdot A$

" " " 64,4 und 60,6 g: $\log (200 - y) = 2{,}3010 - 0{,}017 \cdot A$

" " " 137,6 g: $\log (240 - y) = 2{,}3802 - 0{,}017 \cdot A$

y bedeutet hierbei den Kartoffelertrag in dz/ha;
A die Anzahl der je 1000 Pflanzstellen auf dem Hektar.

Es dürfte zunächst kein Zweifel sein, daß der Wirkungsfaktor bei jeder Knollengröße gleich bleibt, ganz gleich, welche Kartoffelsorte für den Versuch benutzt wurde. Der Faktor ist in diesem Jahre fast gleich hoch mit dem unserer Gartenversuche. Es dürfte dies gleichfalls erweisen, daß er vornehmlich durch die Witterung und den Boden bedingt wird. Je feuchter das Klima bezw. die Jahreswitterung ist, um so weiter können wir unsere Kartoffelstauden aussetzen. Bei trockener Jahreswitterung ergibt ein geringerer Standraum der Einzelpflanze höhere Erträge auf dem Hektar, und zwar um so mehr je besser der Boden ist.

Die berechneten Werte — wir haben die Fehler der gefundenen Erträge mit Hilfe des Ausgleichsverfahrens ermittelt — schließen sich den gefundenen Werten innerhalb der Fehlergrenzen an. Wir wollen darum zunächst die berechneten Zahlen für die praktische Verwertung unserer Ergebnisse als maßgebend ansehen und feststellen, wie sich die Erträge in dz/ha nach Abzug der Aussaat gestalten, wenn wir Saatknollen von verschieden großem Gewichte zur Bestellung verwenden. Dabei will ich hier davon absehen, die entsprechenden Gleichungen aufzustellen und die Maxima mathematisch zu folgern, um nicht weiter den Leser in die mathematische Behandlung dieser Probleme einzuführen.

Tabelle. 22

Kartoffelerträge nach Abzug der Aussaat bei verschieden großen Saatknollen in dz/ha.

Anzahl der Stauden in 1000/ha	Standraum qm	bei einem Gewichte der Saatknolle von					
		35 g		65 g		140 g	
		Aussaat	Ertrag	Aussaat	Ertrag	Aussaat	Ertrag
10	10000	3,5	116	6,5	122	14	141
20	5000	7,0	194	13,0	204	28	233
30	3333	10,5	245	19,5	256	42	290
40	2500	14,0	279	26,0	290	56	324
50	2000	17,5	303	32,5	310	70	342
60	1667	21,0	314	39,0	323	84	350
70	1429	24,5	321	45,5	328	98	**351**
80	1250	28,0	326	52,0	**331**	112	347
90	1111	31,5	327	58,5	329	126	340
100	1000	35,0	**328**	65,0	327	140	330

Der Versuch zeigt zunächst, daß das Auslegen von großen Saatknollen wirtschaftlich vorteilhafter ist, und daß man dabei den Standraum der Saatknolle zweckmäßig auf 1,420 qm zu bemessen hat; das entspricht einer Reihenentfernung von 40 cm und einer Entfernung der Stauden in der Reihe von ungefähr 35 cm. Wählt man kleinere Saatknollen, so ist — um möglichst hohe Erträge zu erzielen — die Standweite enger zu nehmen; so bei einer Saatknolle von 65 g zu 30 × 40 cm, bei einer Saatknolle von 35 g zu 25 × 40 cm.

Bei alledem müssen wir natürlich davor warnen, die Ergebnisse dieser Versuche zu früh zu verallgemeinern; denn in unserem Gartenboden hatte ja, wie wir sahen, die größere Saatknolle kaum einen höheren Ertrag gebracht als die kleinere. Da wir bei den Gartenversuchen allerdings ohne Parallelversuche arbeiten mußten, so können wir auf das Ergebnis derselben kein allzu großes Gewicht legen. Aber auch bei dem vorliegenden Nickelsdorfer Versuche war der Einfluß der Knollengröße infolge der Ungleichheit des Saatmaterials nicht völlig einwandfrei festzustellen! Immerhin scheint die Größe der Saatknolle nach diesen Versuchen einen um so geringeren Einfluß auf die Hebung des Ertrages auszuüben, je dichter die Saatknollen ausgelegt werden.

Durch den vorliegenden Versuch wird das Ergebnis des Vorjahres vollauf bestätigt, welches uns besagte, daß eine dichtere Saat bei den Kartoffeln höhere Erträge ergibt. Man wird dabei in der Praxis die Entfernungen von selbst kaum unter 35 × 40 cm heruntersetzen; denn Bedingung für die gewünschte Ertragssteigerung ist natürlich, daß der Boden bei engster Aussaat auch während der Vegetation ebenso sorgfältig bearbeitet und unkrautfrei gehalten wird, wie bei der sonst üblichen weiteren Aussaat. Diese Bedingung läßt aber feldmäßig ein noch engeres Auslegen der Saatknollen kaum zu!

Diese Versuche mit den verschiedenen Kartoffelsorten haben zu ganz gleichen Ergebnissen geführt; ja sie haben sogar gezeigt, daß die hier in

Betracht gezogenen drei Sorten lediglich infolge der verschiedenen Größe der Saatknollen unterschiedliche Erträge lieferten. Man mag hieraus wiederum entnehmen, wie wichtig es ist, daß man bei Sortenanbauversuchen gleichgroßes Saatgut verwendet, damit nicht durch den sonst hierdurch bedingten systematischen Fehler eine falsche Vorstellung über die Wertigkeit der verschiedenen Sorten erweckt wird.

Ich möchte die Besprechung dieser Versuchsreihen nicht abschließen, ohne noch auf eine Erscheinung hinzuweisen, welche wir auch bereits bei den vorjährigen Versuchen in Nickelsdorf machen mußten. Es hat sich nämlich in beiden Jahren herausgestellt, daß je enger die einzelnen Standen auf dem Felde stehen, um so größer der Gehalt der Ernte an kleineren Knollen wird. Ich will hierfür nur die Mittelwerte folgen lassen:

Tabelle 23.

Erträge an kleinen Knollen (unter 3 cm Durchmesser) in dz/ha.

Standweite	Sorte					im Mittel
	Beseler	Beseler	Beseler	Silesia	Alma	
	Saatknollengewicht in g					
cm	33,6	64,4	137,6	36,8	60,6	
30 × 40	9,0 ± 0,5	9,4 ± 2,0	9,0 ± 0,3	26,1 ± 3,2	7,6 ± 0,5	—
40 × 50	9,0 ± 0,5	10,0 ± 0,6	9,0 ± 1,1	13,0 ± 0,8	6,0 ± 0,4	—
50 × 60	6,3 ± 0,5	7,3 ± 1,2	6,8 ± 0,4	10,4 ± 1,2	3,6 ± 0,3	—
75 × 75	3,4 ± 0,6	2,2 ± 0,5	4,5 ± 1,6	5,1 ± 0,3	0,6 ± 0,1	—
im Mittel:	6,9	7,2	7,3	13,7	4,5	—
	in Prozenten der obigen Mittelzahlen:					
30 × 40	130	131	123	190	169	149
40 × 50	130	139	123	95	132	124
50 × 60	91	101	93	76	80	88
75 × 75	49	31	62	37	13	38

Wir ersehen also aus den letzten Zahlen deutlich, daß der Ertrag an kleinen Knollen mit der engeren Standweite zunimmt. — Stellt man andererseits aber in Rechnung, daß die gesamte Menge an kleinen Knollen nur ungefähr 2—5 % der ganzen Ernte ausmacht, so wird man praktisch diesen Befund gern vernachlässigen können. — Dazu kommt, daß, wie man aus den obigen Mittelzahlen entnehmen kann, die Größe der Saatknolle anscheinend keinen Einfluß auf den Ertrag an kleinen Knollen ausübt; daß aber die Sorte, welche wir anbauen, einen viel wesentlicheren Einfluß auf diesen auszuüben vermag, als die Standweite, in welcher wir die verschiedenen Sorten zum Anbau bringen.

Bei der Anzahl der sehr geringen festzustellenden Fehlstellen zeigten sich bei den verschiedenen Standweiten keine Unterschiede; ebensowenig bei der Beobachtung erkrankter Stauden; hierin übertrafen nur die Versuche mit Silesia und Alma die mit Beseler angestellten. Die Anzahl der erkrankten Stauden war auch in jedem Falle so gering, daß sie ebenso wie der Ertrag an kranken Knollen nicht in Rechnung gestellt werden brauchte.

Die Versuche mit den verschiedenen Kartoffelsorten haben zu ganz gleichen Ergebnissen geführt; ja sie haben sogar gezeigt, daß die drei Sorten lediglich infolge der Größe der Saatknollen unterschiedliche Erträge lieferten. Man mag hieraus wieder entnehmen, wie wichtig es ist, daß man bei Sortenanbauversuchen gleichgroßes Saatgut verwendet, damit nicht durch den hierdurch bedingten systematischen Fehler eine falsche Vorstellung über die Wertigkeit der einzelnen Sorten vorgespiegelt wird!

III. Ein Kalidüngungsversuch zu Kartoffeln.

Wir haben in diesem Jahre auch einen Kalidüngungsversuch zu Kartoffeln in Quanditten bei Drugehnen auf 96 Teilstücken durchgeführt. Herrn Rittergutsbesitzer Ulmer, welcher uns bei der großen Arbeit in der liebenswürdigsten Weise mit allen ihm zur Verfügung stehenden Mitteln in der schwierigen Zeit geholfen hat, möchte ich gleich hier nochmals herzlichen Dank dafür aussprechen.

Frühere Versuche in Quanditten (vergl. den Anhang) hatten uns gezeigt, daß der Boden dort kalibedürftig war, so daß wir es für möglich erachteten, auf diesen auch die Wirkung verschiedener Kalisalze gegeneinander zu erproben. Leider entsprach in dieser Beziehung das Resultat nicht ganz unseren Erwartungen; immerhin dürfte aber der Versuch selbst als solcher lehrreich sein und manches Ergebnis gezeitigt haben, auf dem weiter gearbeitet werden kann, so daß wir ihn der Allgemeinheit nicht vorenthalten wollen.

Da der Boden sehr unkrautwüchsig war, so mußte er im Frühjahr nochmals gepflügt werden. Dies wieder war bei unseren schwierigen ostpreußischen Verhältnissen erst am 26. April möglich. Am 28. April konnten wir dann erst die Teilstücke auswerfen und die Differenzdüngung ausstreuen, was für Kainit wohl reichlich spät geworden war.

Als Grunddüngung erhielt die ca. 0,5 ha große Fläche 2,5 dz Kalkstickstoff (mit 15,58 % Stickstoff) und 6 dz Thomasmehl.

An Differenzdüngungen wurden verabfolgt:

I.	Kainit	mit	13,39 %	Kali	+ 22,9 %	Magnesia
II.	Chlorkalium	„	52,2 %	„	+ 00,0 %	„
III.	Schwefelsaures Kali . .	„	53,0 %	„	+ 0,7 %	Chlor
IV.	Schwefels. Kalimagnesia	„	26,5 %	„	+ 25,2 %	Magnesia
V.	Chlorkalium + Kieserit .	„	26,5 %	„	+ 35,5 %	„
VI.	Schwefels. Kali + Kieserit	„	26,0 %	„	+ 35,5 %	„

Diese Differenzdüngemittel, welche wir in den Tabellen zunächst der Einfachheit halber mit den vorgeschriebenen römischen Zahlen bezeichnen wollen, wurden in Gaben zu 0,2; 0,6 und 2,0 dz/ha Kali auf den verschiedenen Teilstücken verabfolgt.

Die einzelnen Teilstücke hatten eine Größe von 3,5 × 14 = 49 qm. Die Kartoffeln, als Sorte diente Deodora, wurden nach der Schnur auf 35 × 50 cm angelegt.

Während der Vegetation waren kaum Unterschiede zu beobachten, vielleicht, daß die Teilstücke, welche eine größere Menge Chlor erhalten hatten, ein etwas gelbgrüneres Kraut zeigten. Die Ernte konnte nicht bei ganz trockenem Boden eingebracht werden; wir mußten daher Proben von ca. 5—8 kg entnehmen, in denen wir die Schmutzprozente bestimmten, mit denen dann die nachfolgend angegebenen Erträge in kg reine Kartoffelsubstanz/Teilstück errechnet wurden.

Diese Durchschnittsproben dienten uns gleichzeitig zur Bestimmung des Stärkegehaltes, der Trockensubstanz und des Kaligehaltes der verschiedenen Versuche.

Die Lage der verschieden gedüngten Teilstücke zueinander ersieht man aus der Zusammenstellung in Tabelle 14. Da die Seiten der Teilstücke 3,5 bezw. 14 m lang waren, so bildeten je vier in unserer Tabelle untereinander geschriebene Teilstücke ein Quadrat von der Seite = 14 Meter.

Tabelle 24.

Kartoffelerträge bei dem Düngungsversuche in Quanditten 1919. dz/Teilstück.

Kaligabe dz/ha	Düngemittel					
	I	II	III	IV	V	VI
0,7	71,5	91,5	96,5	97.0	88,5	96,0
0,2	78,5	86.5	95,0	108,0	96,5	88,0
0,6	90,5	93,0	100,0	121,0	132,0	126,0
2,0	115,0	121,5	110,5	123,0	126,0	125,0
0,0	107,0	106,0	110,5	101,5	115,5	112,5
0,2	91,0	94,5	96,0	105,0	119,5	111,5
0,6	116,0	120,5	122,0	130,0	135,0	128,5
2,0	103,5	114,0	111,0	103,5	111,0	131,0
0,0	99,5	100,5	111,0	119,0	118,5	128,0
0,2	120,0	101,5	111,0	123,5	141,5	124,5
0,6	104,0	84,0	90,5	106,0	133,5	122,5
2,0	113,5	113,0	109,5	117,0	139.0	151,5
0,0	89,0	107,5	109,5	104,0	129,0	139,0
0,2	103,0	102,5	96,0	106,0	113.0	123,5
0,6	102,0	101,0	132,0	105,0	140,5	132,5
2,0	125,5	144,5	146,5	138,5	151,5	132,5

Wenn man hier zunächst die Erträge der 24 ohne Kalidüngung gelassenen Teilstücke vergleicht, so sieht man, daß der Boden oben, wie auf der linken Seite des Versuchsfeldes geringwertiger war, während er nach der rechten unteren Seite zu wieder wesentlich besser wird. Die hierdurch auf die Erträge wirkenden Fehler können wir zunächst nun nach unserer Ausgleichungsmethode in den senkrechten Reihen, bei welchen das gleiche Düngemittel zur Anwendung gelangte, auszuschalten versuchen. Ich gebe darum in der nächsten Tabelle zunächst das Mittel der gleichgedüngten Versuche und seine wahrscheinlichen Schwankungen und zwar zunächst ohne Anwendung der Ausgleichungsrechnung wieder.

Tabelle 25.

Mittlere Erträge des Düngungsversuches Quanditten 1919 in dz/Teilstück.

Düngung	ohne Ausgleich				mit Ausgleich			
	0,0	0,2	0,6	2,0	0,0	0,2	0,6	2,0
I	92 ± 5,6	98 ± 6,5	103 ± 3,3	114 ± 2,9	96 ± 3,3*)	100 ± 4,4	104 ± 2,5*)	112 ± 3,6
II	101 ± 2,6	96 ± 2,8	100 ± 5,4	123 ± 5,2	104 ± 1,9	97 ± 2,5*)	100 ± 4,4	118 ± 2,6
III	107 ± 2,6	100 ± 2,8	111 ± 7,8	118 ± 5,5	109 ± 1,8	101 ± 3,0	108 ± 4,7	113 ± 1,6*)
IV	105 ± 3,3	101 ± 3,1	116 ± 4,9	121 ± 5,0	107 ± 2,6	111 ± 2,6	116 ± 4,2	116 ± 3,9
V	113 ± 5,9	118 ± 6,3	135 ± 1,3*)	132 ± 6,5	118 ± 1,9*)	121 ± 4,5	135 ± 2,2*)	127 ± 3,9
VI	119 ± 7,1	112 ± 5,9	127 ± 1,5*)	135 ± 4,0	124 ± 2,3*)	114 ± 2,2	127 ± 2,6*)	136 ± 2,4*)
im Mittel	106 ± 2,0	106 ± 2,0	115 ± 1,9	124 ± 2,0	110 ± 1,0	108 ± 1,4	115 ± 1,5	120 ± 1,3
ber.	104	110	116	124	107	110	114	120

nach den Gleichungen:

$$\log (125 - y) = 1{,}32 - 0{,}6 \cdot x \quad \text{bezw.} \quad \log (120 - y) = 1{,}12 - 0{,}6 \cdot x$$

worin x die Düngemenge und y den Ertrag bedeutet.

Ich habe zunächst von allen Erträgen, welche mit den gleichen Kalimengen der verschiedenen Düngemittel erzielt wurden, das Mittel gebildet, um zu untersuchen, ob überhaupt eine Kaliwirkung festzustellen war. Diese Frage muß entschieden bejaht werden, obgleich die Fehler auch hier recht erhebliche sind. Die Beobachtungen schließen sich hierbei den oben wiedergegebenen Gesetzmäßigkeiten an. Vergleicht man, inwieweit nun die Erträge der einzelnen Düngemittel mit den berechneten Mittelwerten übereinstimmen, so finden wir, daß das bei den Beobachtungen, bei denen wir die Ungleichheit des Bodens nicht ausgeschlossen haben, infolge der größeren Fehler bis auf zwei (besternte) Beobachtungen sehr gut der Fall war; nach Ausgleich der Bodenverschiedenheiten fallen aber neun Erträge innerhalb ihrer Fehler nicht mehr in die gebildeten Mittel hinein. Zu diesen neun Erträgen gehören nun auch drei Erträge der ungedüngten Teilstücke, die uns so beweisen, daß der Boden auch von rechts nach links (vgl. Tabelle 14) verschieden war, und daß der wesentliche Mehrertrag der Düngungen V und VI nicht auf die andere Art der Düngemittel, sondern auf die Bodenverschiedenheiten zurückzuführen ist.

Danach müssen wir nunmehr die verschiedenen Kalidüngemittel als gleichwertig betrachten und somit auch den Ausgleich unserer Beobachtungsreihen von links nach rechts vornehmen. Wir tun dies, indem wir jetzt das Mittel der mit jedem der Düngemittel erzielten vier Mittelerträge bilden, dieses gleich 100 setzen und sodann den Wert der Erträge der einzelnen Düngemengen in Prozenten dieses jeweiligen Mittelwertes berechnen. Die so für die sechs verschiedenen Düngemittel errechneten Prozentzahlen können wir nunmehr als gleichwertig betrachten und somit aus ihnen den Mittelwert und den wahrscheinlichen Fehler errechnen. Durch Multiplikation der so errechneten Zahlen mit dem Gesamtmittel = 113,2 und durch Division durch 100 kommen wir dann endlich wieder zu den ursprünglichen Werten zurück. Wir führen dies durch und benutzen dazu

die nach Ausschaltung der Bodenungleichheit gefundenen Mittelzahlen und ihre wahrscheinlichen Schwankungen:

Tabelle 26.

Prozentischer Ausgleich der Mittelwerte der Erträge aller Düngemittel.

Düngemittel	Düngergabe				Mittel
	0,0	0,2	0,6	2,0	
I	93,3 ± 3,6	97,2 ± 4,8	100,9 ± 2,7	108,6 ± 3,9	103,3
II	98,9 ± 2,0	92,9 ± 2,7	95,0 ± 4,7	112,9 ± 2,7	104,7
III	101,5 ± 1,9	93,4 ± 3,2	100,6 ± 4,9	104,5 ± 1,6	107,8
IV	95,0 ± 2,6	98,6 ± 2,6	102,9 ± 4,2	103,1 ± 3,8	112,8
V	94,4 ± 1,7	96,5 ± 4,1	107,6 ± 1,9	101,5 ± 3,5	125,4
VI	98,9 ± 2,1	91,3 ± 2,0	101,6 ± 2,3	108,2 ± 2,1	125,3
im Mittel: . .	97,0 ± 1,0	95,0 ± 0,9	101,4 ± 1,0	106,5 ± 1,3	**118,2**
dgl. reduziert:	109,8 ± 1,2	107,5 ± 1,1	114,8 ± 1,1	120,6 ± 1,5	—
berechnet: . .	105,8	109,6	114,7	120,6	—

nach der Gleichung: $\log (121,6 - y) = 1,2 - 0,6 \cdot x$.

Wie die Prozentzahlen ergeben, liegen jetzt alle Beobachtungen durchaus innerhalb der Versuchsfehler; diese sind im Vergleich der einzelnen Düngemittelreihen so gering, daß die Kaliwirkung deutlich zutage tritt. Berechnen wir endlich, um diese Wirkung allgemeiner zu fassen, die Erträge auf dz/ha, so würden sich mit der Kalidüngung die folgenden Ertragssteigerungen ergeben:

Da die Teilstücke 49 qm groß waren, so geht unsere Gleichung, nach welcher wir die Erträge zu berechnen haben, in die folgende Form über:

$$\log (248 - y) = 1,505 - 0,6 \cdot x,$$

in welcher y = dem Ertrage in dz/ha und x = der Kaligabe in dz/ha zu setzen ist.

Kaliabgabe:	0,0	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	3,5 dz/ha
Kartoffelertrag:	216	220	224	232	240	244	246	248 dz/ha

Unter Einsetzung der Preise für die Kartoffeln und für die Kalidüngung kann man danach berechnen, inwieweit eine solche Düngung wirtschaftlich angebracht ist. Dies Ergebnis gilt natürlich nur für den Quandittener Boden und ist nicht zu verallgemeinern.

Ein ganz anderes Bild ergibt uns der Stärkegehalt der auf den verschiedenen Teilstücken geernteten Kartoffeln. Hier scheint die Ungleichheit des Bodens keinen Einfluß ausgeübt zu haben, wohl aber die Art des betreffenden Kalidüngemittels. — Wir haben die Stärkebestimmungen mit Hilfe der Reimannschen Wage ausgeführt; sie also aus dem spezifischen Gewichte ermittelt.

Ich lasse die Ergebnisse in der Tabelle 27 folgen, wo ich sie in gleicher Weise zusammenstelle wie die Erträge in Tabelle 25, d. h. so wie die verschiedenen Teilstücke, auf welchen die Kartoffeln geerntet wurden, auf dem Versuchsfelde zu einander lagen.

Tabelle 27.
Stärkegehalt der Kartoffelernten beim Versuch Quanditten 1919.

Kaligabe	Düngemittel					
dz/ha	I	II	III	IV	V	VI
0,0	18,2	20,3	19,9	20,5	18,8	19,0
0,2	17,1	20,8	20,5	20,1	19,2	19,0
0,6	16,2	19,2	19,4	19,2	18,8	18,4
2,0	16,2	18,2	20,1	19,4	17,9	18,2
0,0	19,0	19,2	19,2	20,5	18,4	19,2
0,2	18,2	20,1	19,2	20,1	19,0	19,4
0,6	17,5	20,3	19,2	19,4	17,5	18,8
2,0	15,1	18,4	18,8	18,8	16,4	17,9
0,0	17,9	19,9	20,1	18,8	18,8	18,4
0,2	16,2	20,3	20,1	20,1	18,8	19,4
0,6	18,2	19,4	20,1	20,3	17,5	19,2
2,0	15,8	17,1	19,0	18,4	17,5	18,4
0,0	18,4	19,9	18,2	19,2	19,0	18,8
0,2	17,1	19,9	20,1	20,5	19,2	19,0
0,6	16,4	19,0	19,0	19,0	18,2	19,0
2,0	15,1	16,9	18,4	17,9	17,3	18,4

Ich lasse gleich hierunter die Zusammenstellung der Mittelerträge und ihrer wahrscheinlichen Schwankungen folgen:

Tabelle 28.
Mittelwerte der obigen Stärkegehaltsbestimmungen.

Kaligabe	Düngemittel					
dz/ha	I	II	III	IV	V	VI
0,0	18,4 ± 0,16	19,8 ± 0,16	19,5 ± 0,33	19,8 ± 0,37	18,8 ± 0,07	18,9 ± 0,12
0,2	17,2 ± 0,27	20,2 ± 0,07	20,0 ± 0,18	20,2 ± 0,07	19,1 ± 0,07	19,2 ± 0,10
0,6	17,1 ± 0,38	19,5 ± 0,21	19,6 ± 0,20	19,5 ± 0,21	18,0 ± 0,24	18,9 ± 0,12
2,0	15,5 ± 0,21	17,7 ± 0,32	19,1 ± 0,26	18,6 ± 0,23	17,3 ± 0,21	18,2 ± 0,09

Fassen wir die Resultate der Stärkebestimmungen aller ungedüngten Teilstücke zusammen, so erhalten wir im Mittel aller Beobachtungen 19,2 ± 0,11 %, und vergleichen wir hiermit die in der vorhergehenden Tabelle angegebenen Mittelwerte, so finden wir die folgenden groben Abweichungen:

Von den ungedüngten Teilstückversuchen liegen nur die mit der Kainitdüngungsreihe kaum innerhalb der Versuchsfehler. Die Differenz nach dem Gesamtmittel beträgt hier — 0,8 ± 0,19 %. Einen höheren Stärkegehalt als dieses Mittel zeigen die Versuche mit den geringsten Kaligaben von Düngemittel II Chlorkalium (+ 1,0 ± 0,13) und von Düngemittel IV Schwefelsaurer Kalimagnesia (1,0 ± 0,13).

Größere Stärkedepressionen sind hingegen zu verzeichnen bei allen Gaben von Düngemittel I Kainit, so bei 0,2 dz/ha Kaligabe — 2,00 ± 0,27, bei 0,6 dz/ha Kaligabe — 2,1 ± 0,40 und bei 2,0 Kaligabe — 3,7 ± 0,24 %. Weitere Depressionen beobachten wir bei den maximalen Kaligaben der Düngemittel II: Chlorkalium (— 1,5 ± 0,34), V: Chlorkalium + Kieserit (— 1,9 ± 0,24 und VI: Schwefelsaures Kalium + Kieserit (— 1,0 ± 0,14) und endlich bei der zweithöchsten Gabe von Düngemittel V: Chlorkalium + Kieserit (— 1,9 ± 0,24). Nach diesen Ergebnissen scheinen vornehmlich

die Chlorbeimengungen in größerer Gabe auf dem Quandittener Boden den Stärkegehalt deprimiert zu haben.

Die vorstehenden Ergebnisse finden ihre notwendige Bestätigung in der Trockensubstanzbestimmung. Ich will von diesen, um das Zahlenmaterial nicht unnötig zu vermehren, in der folgenden Tabelle nur die Mittelerträge wiedergeben.

Tabelle 29.

Mittelwerte der Trockensubstanzbestimmungen der Kartoffelerträge in %.

Kaligabe dz/ha	Düngemittel					
	I	II	III	IV	V	VI
0,0	24,3 ± 0,09	25,2 ± 0,22	25,4 ± 0,21	25,0 ± 0,33	24,8 ± 0,17	24,5 ± 0,17
0,2	23,0 ± 0,32	24,7 ± 0,45	24,2 ± 0,31	24,8 ± 0,35	25,1 ± 0,15	24,4 ± 0,15
0,6	23,0 ± 0,27	25,5 ± 0,12	25,3 ± 0,15	25,1 ± 0,40	24,1 ± 0,09	24,5 ± 0,40
2,0	21,6 ± 0,20	23,2 ± 0,43	24,2 ± 0,13	24,1 ± 0,59	22,7 ± 0,38	23,5 ± 0,09

Vergleicht man diese Ergebnisse mit dem Mittelwerte aus den Trockensubstanzbestimmungen von den auf allen ungedüngten Teilstücken geernteten Kartoffeln, welcher 24,85 ± 0,091 beträgt, so finden wir, daß auch hier in fast völliger Übereinstimmung mit den Stärkegehaltbestimmungen die Erträge der gleichen Teilstücke wieder Resultate ergeben haben, welche außerhalb der Versuchsfehler niedriger ausfielen als dieser Mittelwert. Auch hier zeigen die Ernten der mit Kainit gedüngten Teilstücke eine stärkere Depression, und ebenso auch die Teilstücke, welche die Höchstgaben der Düngemittel I, III, V und VI erhielten.

Wir haben endlich auch noch die Kalibestimmungen bei den Erträgen der einzelnen Teilstücke durchgeführt und lassen die Ergebnisse dieser Analysen hier folgen:

Tabelle 30.

Der prozentische Kaligehalt der Kartoffelernten beim Versuch Quanditten 1919.

Kaligabe dz/ha	Düngemittel					
	I	II	III	IV	V	VI
0,0	1,79	2,21	2,17	2,02	1,79	2,08
0,2	2,06	2,25	2,15	1,91	1,88	1,87
0,6	2,50	2,08	2,32	2,07	2,23	2,23
2,0	2,40	2,51	2,24	2,24	2,43	2,29
0,0	1,75	2,06	2,05	1,88	1,94	2,04
0,2	2,03	2,01	2,21	2,09	1,74	1,76
0,6	2,04	2,06	2,08	2,09	1,97	1,90
2,0	2,39	2,43	2,48	2,19	2,63	2,23
0,0	1,77	2,05	2,30	2,24	1,76	1,85
0,2	2,03	1,93	1,92	2,05	1,53	1,80
0,6	1,77	2,06	2,19	2,29	1,98	1,80
2,0	2,39	2,49	2,29	2,69	2,08	1,93
0,0	1,70	2,06	2,25	2,05	1,52	2,05
0,2	1,83	2,01	2,26	1,92	1,83	1,83
0,6	2,01	1,88	2,14	2,06	1,85	1,98
2,0	2,18	2,66	2,47	2,36	2,27	2,37

Die Kalianalysen selbst wurden stets in zwei Parallelanalysen ausgeführt, welche, da sie untereinander gut übereinstimmten, nicht im

Einzelnen wiedergegeben werden brauchen. Die Schwankungen im prozentischen Kaligehalte der Kartoffelerträge sind nach den vorstehenden Untersuchungen bereits beim ungedüngten Boden außerordentlich groß; der Kaligehalt der Ernten wird durch die geringen Kaligaben nicht beeinflußt. Erst die höheren Kaligaben weisen eine deutliche Steigerung des Kaligehaltes der Kartoffeln auf, wie man dies am besten aus den folgenden Mittelbildungen ersehen kann:

Tabelle 31.

Mittelwerte der obigen Kalibestimmungen.

Kaligabe dz/ha	Düngemittel					
	I	II	III	IV	V	VI
0,0	1,75 ± 0,01	2,10 ± 0,03	2,19 ± 0,04	2,05 ± 0,05	1,75 ± 0,06	2,01 ± 0,04
0,2	1,99 ± 0,04	2,05 ± 0,05	2,14 ± 0,05	1,99 ± 0,04	1,75 ± 0,05	1,82 ± 0,02
0,6	2,08 ± 0,10	2,02 ± 0,03	2,18 ± 0,04	2,13 ± 0,04	2,01 ± 0,05	1,98 ± 0,06
2,0	2,34 ± 0,04	2,52 ± 0,03	2,37 ± 0,05	2,37 ± 0,08	2,35 ± 0,09	2,21 ± 0,07

Der höhere Kaligehalt bei der Maximalgabe von Chlorkalium (Düngemittel II) braucht auch nicht diesem Düngemittel eigentümlich zu sein, da auch die ungedüngten Teilstücke im Gegensatz zu Düngemittel I bereits einen wesentlich höheren Kaligehalt aufweisen.

Betrachtet man die Wirkung der sechs verschiedenen Kalidüngemittel auf den prozentischen Kaligehalt der Kartoffeln als gleichwertig, so ergibt sich das folgende Resultat:

Bei einer Düngergabe von:	0,0	0,2	0,6	2,0 dz/ha Kali
ein prozentischer Kaligehalt:	1,97 ± 0,06	1,96 ± 0,04	2,07 ± 0,02	2,36 ± 0,02

Danach ist es nicht ausgeschlossen, daß die geringen Kaligaben im Boden festgelegt wurden und erst die höchste Gabe zur Wirkung gelangte; andererseits kann aber auch die Form, in welcher das Kali bereits im Boden vorhanden war, einen besonders hohen Kaligehalt der Kartoffeln im Verhältnis zu dem in der Düngung verabfolgten Kali bewirkt haben. Zur Lösung dieser Fragen würden weitere Versuche erforderlich sein, welche zweckmäßig in Kulturgefäßen ausgeführt werden müßten!

IV. Sortenanbauversuche.

Anbauversuche mit verschiedenen Kartoffelsorten wurden von der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen in Nickelsdorf bei Allenstein und in Nesselbeck bei Königsberg im Jahre 1919 ausgeführt; sie finden teilweise ihre Ergänzung durch Versuche, welche auch im Vorjahre in Nickelsdorf mit einer Reihe der gleichen Kartoffelsorten ausgeführt wurden.

Die Versuche in Nickelsdorf litten in diesem Jahre an Geilstellen, welche in Größe von ca. 3 Meter im Durchmesser mal eins, mal auch mehrere Teilstücke trafen. Wir erklären sie uns daher, daß an diesen Stellen der Dung, bevor er gebreitet wurde, längere Zeit gelegen hatte, wodurch diese Stellen vielleicht stärker an Stickstoff angereichert wurden als das übrige Feld. Die hierdurch bedingten Fehler kamen naturgemäß auch in den Ernten zum Ausdruck. Das Ergebnis wurde damit natur-

gemäß mit einem größeren Fehler behaftet, als das bei den Nesselbecker Versuchen, darf aber selbstverständlich innerhalb dieser Fehler immer noch seinen Wert beanspruchen.

Die Größe der Versuchsteilstücke betrug in jedem Falle 54 qm; es wurden stets je vier Teilstücke mit der gleichen Sorte bestellt, außerdem eine Sorte als Standortsorte mehrfach wiederholt angebaut. Die ganze Anlage des Versuchsfeldes ersieht man am besten aus der folgenden Tabelle 32, in welcher die Erträge so eingetragen wurden, wie die Teilstücke auf dem Felde zueinander lagen. Zu ergänzen ist hierzu nur, daß zwischen den nebeneinander geschriebenen Teilstücken in senkrechter Richtung Wege verliefen, daß die einzelnen Teilstücke ferner voneinander stets durch eine Reihe „frühe Rosenkartoffeln" getrennt wurden, und daß sie in ihrer Länge fünfmal so lang waren, als ihre Breite (inkl. einer Reihe Frühe Rosen) betrug.

Die Namen der einzelnen Sorten sollen der Übersichtlichkeit halber erst in einer späteren Tabelle jedesmal wiedergegeben werden, während zunächst hierfür Nummern angesetzt werden sollen. Die gleiche arabische Zahl bedeutet so ein und dieselbe Sorte Kartoffeln in Tabelle 12; alle römischen Zahlen, welche nur des Schemas wegen von I bis VI bezw. V ansteigen, wurden mit der gleichen Standortsorte bestellt; als solche diente in Nesselbeck Model, in Nickelsdorf die Sorte Beseler. Beide Sorten ergaben nach den vorjährigen Versuchen bei uns in Ostpreußen verhältnismäßig gute Erträge, ohne sich allerdings in irgend einer Weise besonders auszuzeichnen. Dies dürfte auch bei der Wahl der Standortsorte nicht angebracht sein.

Wir geben zunächst die Ergebnisse von Nesselbeck wieder:

Tabelle 32.

Erträge an Kartoffeln in dz/ha bei dem Sortenanbauversuch in Nesselbeck.

Nr.	Ertrag	Nr.	Ertrag	Nr.	Ertrag	Nr.	Ertrag	Nr.	Ertrag	Nr.	Ertrag
I	252,3	II	244,4	III	252,2	IV	229,0	V	201,3	VI	224,3
1	100,2	5	267,2	9	133,7	13	301,6	17	245,2	21	204,9
2	219,4	6	189,5	10	232,4	14	265,1	18	173,0	22	267,5
3	208,7	7	155,1	11	154,6	15	161,8	19	120,5	23	225,7
4	232,5	8	229,7	12	228,9	16	237,3	20	189,9	24	171,4
I	220,2	II	224,4	III	240,6	IV	190,6	V	166,5	VI	186,8
1	87,4	5	259,8	9	168,1	13	277,1	17	229,1	21	194,8
2	224,6	6	160,4	10	215,2	14	284,8	18	190,4	22	287,2
3	203,7	7	148,4	11	171,4	15	234,3	19	130,2	23	228,4
4	239,5	8	196,5	12	206,4	16	251,2	20	191,5	24	182,1
I	214,8	II	205,5	III	201,7	IV	218,0	V	212,6	VI	213,6
1	127,4	5	251,3	9	144,4	13	266,7	17	237,3	21	219,3
2	187,2	6	160,8	10	228,4	14	260,5	18	168,1	22	293,5
3	206,8	7	153,6	11	133,2	15	219,6	19	88,5	23	209,9
4	227,0	8	216,1	12	209,4	16	234,5	20	176,2	24	171,9
I	182,4	II	231,4	III	239,0	IV	218,0	V	235,4	VI	213,5
1	128,5	5	264,1	9	138,6	13	292,7	17	271,0	21	210,7
2	222,7	6	185,7	10	228,1	14	271,4	18	185,2	22	178,1
3	233,6	7	149,7	11	168,5	15	259,5	19	104,5	23	240,6
4	248,1	8	226,1	12	204,5	16	273,4	20	213,6	24	189,6

Wir haben nun die Ergebnisse der untereinander geschriebenen je 20 Versuche wiederum, um die Ungleichheit des Bodens nach Möglichkeit auszuschalten, mit Hilfe der Ausgleichsmethode verarbeitet, sodann das Mittel der Erträge der 24 mit der gleichen Standortsorte bestellten Teilstücke genommen und die jeweilig berechneten Prozentzahlen und ihre Fehler durch Multiplikation mit diesem Mittel und durch Division durch Hundert wieder auf die eigentliche Ertragshöhe zurückgeführt. Auf diese Weise wurden die Ergebnisse aller hier zum Vergleich angebauten 25 Sorten direkt vergleichbar und der Fehler der Beobachtungen gleichzeitig auf ein Minimum reduziert.

Um die Erträge der verschiedenen Sorten miteinander zu vergleichen, mußten dann ferner zunächst auch die Aussaatmengen von den Erträgen in Abzug gebracht werden. Da die Saatknollengewichte zwischen 17,5 und 39,4 dz/ha schwankten, so müßten außerdem auch noch nach unseren Versuchen im zweiten Teile dieser Abhandlung Reduktionen derart angestellt werden, daß die Erträge, welche mit größeren Saatknollen erzielt wurden, entsprechend verringert, die, welche mit kleinen Saatknollen erzielt wurden, entsprechend erhöht werden. — Wenn ich dies bei allen nachstehenden Versuchen trotzdem noch nicht durchführte, so bewog mich hierzu einmal die Unsicherheit des Reduktionsfaktors, dann aber auch der Umstand, daß bei den nicht so sehr erheblichen Unterschieden in der Aussaatmenge die hierdurch hervorgerufene Differenz an und für sich wohl noch innerhalb der übrigen Fehler unserer Versuche liegen dürfte.

Wir lassen nun zunächst die errechneten Mittelwerte folgen und fügen jetzt auch die entsprechenden Namen unserer Kartoffelsorten an. (Tab. 33.)

Tabelle 33.

Kartoffelerträge in Nesselbeck 1919. (Zahlen = dz/ha.)

Kartoffelsorte	Ertrag — Aussaat = Endertrag	davon an kleinen Knollen
22. Admiranda	301,0 ± 3,5 — 34,9 ± 0,8 = 266,1 ± 3,5	17,1 ± 1,6
13. Hindenburg	290,8 ± 6,3 — 26,9 ± 0,4 = 263,9 ± 6,3	37,4 ± 2,6
14. Helios	280,5 ± 4,7 — 29,3 ± 0,3 = 251,2 ± 4,7	21,8 ± 3,2
17. Gratiola	259,8 ± 4,5 — 22,5 ± 0,1 = 237,3 ± 4,5	35,4 ± 3,5
5. Centifolia	254,1 ± 2,3 — 26,0 ± 0,2 = 228,1 ± 2,3	22,8 ± 4,2
16. Beseler	251,5 ± 3,3 — 27,3 ± 0,2 = 224,2 ± 3.3	24,2 ± 0,4
4. Fürst Bismarck	243,9 ± 2,1 — 31,7 ± 0,3 = 212,2 ± 2,1	31,5 ± 1,4
23. Alma	236,1 ± 4,6 — 37,0 ± 0,7 = 199,1 ± 4,6	21,1 ± 0,9
3. Wohltmann-Klein-Spiegel	218,7 ± 2,8 — 21,7 ± 0,5 = 197,0 ± 2,8	22,3 ± 0,4
2. Wohltmann-Greisitz	220,5 ± 5,7 — 23,8 ± 0,3 = 196,7 ± 5,7	19,5 ± 0,7
21. Laurus	217,4 ± 3,7 — 22,6 ± 0,4 = 194,8 ± 3,7	36,6 ± 2,6
15. Karz v. Kameke	221,2 ± 9,8 — 27,4 ± 0,5 = 193,8 ± 9,8	20,3 ± 0,8
8. Silesia-Klein-Spiegel	210,4 ± 2,8 — 17,5 ± 0,3 = 192,9 ± 2,8	34,7 ± 2,4
St. Model	217,4 ± 2,9 — 25,7 ± 0,6 = 191,7 ± 2,9	36,7 ± 3,0
10. Belladonna	214,2 ± 3,7 — 28,8 ± 0,4 = 185,4 ± 3,7	15,7 ± 1,1
12. Parnassia	203,7 ± 2,3 — 27,5 ± 0,3 = 176,2 ± 2,3	9,8 ± 1,4
20. Pepo	200,4 ± 3,8 — 25,1 ± 0,1 = 175,3 ± 3,8	20,1 ± 0,8
18. Trebitscher Ertragreichste	190,9 ± 3,8 — 22,1 ± 0,3 = 168,8 ± 3,8	22,7 ± 1,7
24. Professor Märker	186,1 ± 1,8 — 39,4 ± 0,2 = 146,7 ± 1,8	32,8 ± 1,3
6. Adonis	167,0 ± 3,1 — 30,0 ± 0,7 = 137,0 ± 3,1	26,9 ± 1,9
9. Graf Dohna	165,6 ± 4,1 — 37,6 ± 1,1 = 128,0 ± 4,1	21,6 ± 2,4
7. Lotos	149,1 ± 1,9 — 32,8 ± 0,6 = 117,8 ± 1,9	23,7 ± 1,6
11. Thunow	147,3 ± 5,4 — 32,8 ± 1,1 = 114,5 ± 5,4	11,3 ± 0,7
19. Goldspende	118,9 ± 8,0 — 29,5 ± 0,4 = 89,4 ± 8,0	20,6 ± 1,3
1. Richters Imperator	116,5 ± 8,4 — 31,5 ± 0,6 = 85,0 ± 8,4	12,4 ± 0,8

Die Fehlstellen, welche wir bei den vorstehenden Versuchen hatten, dürften die Ergebnisse kaum verändern. Sie blieben fast unter 1 % der Anzahl der Pflanzstellen (225). Nur bei Sorte 1 betrugen sie 1,1 %, bei Sorte 10 und 21 je 1,5 % und bei Sorte 19 endlich 2,6 %. Ebenso war der Ertrag an kranken Knollen, welcher immerhin als typisch für die einzelnen Züchtungen angesehen werden kann, im allgemeinen gering. Besonders groß war derselbe bei den folgenden Züchtungen: Er betrug bei Nr. 1 = 13,9 % der Ernte, bei Nr. 19 = 12,4 %, bei Sorte 8 = 6,4 %, Nr. 16 = 5,2 %, Nr. 12 = 5,1 %, Nr. 7 und Nr. 14 = 3,4 %, Nr. 11 = 3,3 % und Nr. 9 = 3,1 % der entsprechenden Ernten.

Bevor wir in eine weitere Besprechung der Ergebnisse eintreten, dürfte es angebracht sein, zunächst die Erträge, die in Nickelsdorf erzielt wurden, folgen zu lassen:

Die Versuchsanordnung war hier die gleiche wie in Nesselbeck. Es traten aber zu den mit 21 Sorten in gleicher Weise durchgeführten Versuchen noch die Ergebnisse der Sortenanbauversuche hinzu, welche wir im ersten Teile der vorliegenden Arbeit (S. 707—710) wiedergaben. Leider sind die Versuche mit einzelnen Sorten in Nickelsdorf doppelt ausgeführt worden, während andere Sorten weggelassen wurden. Dies lag nicht in der Absicht des Verfassers. Ich gebe zunächst noch die Einzelergebnisse der Versuchsteilstücke der 21 Sorten wieder, und zwar, da die Umrechnung später nach der Anwendung des Ausgleichsverfahrens erfolgte, in Zentnern pro Teilstück. Die Tabelle 34 gibt gleichzeitig die Lage der einzelnen Teilstücke auf dem Versuchsfelde wieder.

Tabelle 34.

Kartoffelerträge in Ztr./Teilstück bei dem Sortenanbauversuch in Nickelsdorf.

Nr.	Ertrag	Nr.	Ertrag	Nr.	Ertrag	Nr.	Ertrag	Nr.	Ertrag
I	3,17	II	2,67	III	2,45	IV	1,97	V	2,44
1	1,95	5	2,46	9	2,64	13	1,84	17	2,06
2	1,65	6	2,60	10	2,47	14	1,87	18	2,23
3	2,44	7	2,47	11	1,83	15	1,54	19	1,86
4	2,60	8	2,94	12	2,31	16	1,77	20	2,14
I	2,21	II	2,86	III	2,40	IV	2,09	V	2,44
1	1,46	5	2,18	9	2,46	13	1,98	17	2,04
2	1,77	6	2,53	10	2,23	14	2,42	18	2,68
3	1,51	7	1,90	11	1,86	15	1,86	19	1,65
4	2,64	8	2,07	12	2,15	16	2,27	20	2,15
I	1,99	II	2,25	III	1,73	IV	1,69	V	2,08
1	1,49	5	1,86	9	1,78	13	1,36	17	1,95
2	1,60	6	1,70	10	1,36	14	1,45	18	1,63
3	2,08	7	2,49	11	1,99	15	1,72	19	1,57
4	2,29	8	2,20	12	2,06	16	1,67	20	2,03
I	2,05	II	2,66	III	2,33	IV	2,20	V	2,65
1	1,48	5	1,74	9	1,98	13	1,55	17	1,86
2	1,53	6	1,99	10	2,26	14	2,94	18	2,97
3	1,80	7	1,78	11	1,87	15	1,67	19	1,84
4	2,71	8	1,59	12	2,38	16	1,99	20	2,05

Standortsorte war hier Beseler. Wenn wir die obigen Erträge wiederum zur Ausschaltung der Ungleichartigkeit des Bodens auf dem

Versuchsfelde mit dem Ausgleichungsverfahren verarbeiten und die Mittel und ihre Schwankungen auf den mittleren Ertrag unserer Standortsorte = 214,8 dz/ha reduzieren, so erhalten wir bei Hinzunahme der Erträge auf Seite 9 die folgenden Mittelwerte:

Tabelle 35.

Kartoffelerträge in Nickelsdorf 1919. (Zahlen = dz/ha.)

Kartoffelsorte	Ertrag — Aussaat = Endertrag	davon an kleinen Knollen	
4. Centifolia	253,1 ± 7,7 — 24,2 ± 0,5 = 228,9 ± 7,7	13,1	1,0
14. Karz v. Kameke	223,9 ± 16,2 — 24,6 ± 0,2 = 199,3 ± 16,2	5,6	0,8
9. Belladonna	211,8 ± 6,6 — 24,6 ± 0,2 = 187,2 ± 6,6	8,4	0,8
St. Beseler	214,8 ± 5,2 — 27,8 ± 0,6 = 187,0 ± 5,2	8,2	0,8
12. Hindenburg	217,5 ± 5,8 — 32,5 ± 0,8 = 185,2 ± 5,8	4,7	1,0
18. Pepo	206,2 ± 14,0 — 25,4 ± 0,2 = 180,8 ± 14,0	4,7	0,2
21. Belladonna	204,0 ± 7,9 — 27,7 ± 0,6 = 176,3 ± 7,9	7,5	0,8
23. Silesia	198,0 ± 3,2 — 21,9 ± 1,0 = 176,1 ± 3,2	19,5	1,9
3. Wohltmann-Klein-Spiegel	194,9 ± 10,7 — 23,3 ± 0,0 = 171,6 ± 10,7	5,6	0,9
10. Thunow	196,9 ± 11,8 — 28,3 ± 0,2 = 168,6 ± 11,8	4,7	0,2
16. Trebitscher Ertragreichste	205,0 ± 10,5 — 39,6 ± 0,4 = 165,4 ± 10,5	5,6	0,4
15. Gratiola	185,1 ± 7,3 — 24,2 ± 0,1 = 160,9 ± 7,3	7,5	0,2
7. Silesia-Klein-Spiegel	183,2 ± 9,1 — 22,9 ± 0,4 = 160,3 ± 9,1	11,2	1,5
8. Graf Dohna	192,7 ± 6,0 — 33,9 ± 1,4 = 158,9 ± 6,0	10,3	0,9
20. Admiranda	189,3 ± 4,5 — 29,6 ± 2,6 = 158,7 ± 4,5	7,5	1,7
11. Parnassia	181,1 ± 8,8 — 22,9 ± 0,5 = 158,2 ± 8,8	5,6	0,4
6. Lotos	179,5 ± 8,0 — 22,9 ± 0,4 = 156,6 ± 8,0	13,1	1,4
24. Brinkhoffs Erfolg	186,9 ± 2,6 — 30.4 ± 1,1 = 156,5 ± 2,6	13,5	2,0
22. Wohltmann-Greisitz	184,9 ± 4,1 — 28,8 ± 1,6 = 156,1 ± 4.1	7,0	0,7
13. Helios	178,4 ± 9,0 — 27,5 ± 0,3 = 150,9 ± 9,0	5,6	0,8
17. Goldspende	177,3 ± 4,1 — 27,9 ± 0,5 = 149,4 ± 4,1	15,0	0,4
2. Wohltmann-Greisitz	167,2 ± 4,5 — 20,0 ± 0,2 = 147,2 ± 4,5	5,6	0,9
5. Adonis	165,4 ± 3,6 — 24,6 ± 0,2 = 140,8 ± 3,6	13,1	1,4
19. Laurus	152,7 ± 3,1 — 21,7 ± 0,2 = 131,0 ± 3,1	13,1	1,2
1. Richters Imperator	153,4 ± 2,5 — 49,2 ± 0,6 = 104,2 ± 2,5	6,5	0,6

Zunächst spricht für die Sicherheit der vorstehenden Ergebnisse die Tatsache, daß die mit den gleichen Sorten angestellten Versuche innerhalb der Versuchsfehler das gleiche Resultat ergaben; so:
Belladonna: 176,3 ± 7,9 und 187,2 ± 6,6, im Mittel also 181,5 ± 5,1 dz/ha und Wohltmann-Greisitz: 156,1 ± 4,1 und 147,2 ± 4,5; im Mittel also 151,7 ± 3,0 dz/ha.

Fehlstellen wiesen über 1 % die folgenden Sorten auf: Nr. 11 = 1,2 % und Nr. 3 = 2,6 %. — Eine Übereinstimmung mit den Nesselbecker Beobachtungen besteht hierin nicht, so daß diese Erscheinung, welche ja an sich kaum in Betracht kommt, auf Zufälligkeiten zurückzuführen sein mag.

Der Ertrag an kranken Knollen war in Nickelsdorf äußerst gering; dagegen wurden bei vier Sorten eine größere Anzahl kranker Stauden festgestellt und zwar bei Nr. 3, 5 und 15 je 1,3 % und bei Nr. 11 = 3,1 %. Nur bei der letzten Sorte Parnassia findet sich hierin eine Übereinstimmung mit den Nesselbecker Ergebnissen, da dort bei der gleichen Sorte in der Ernte 5,1 % kranke Knollen festgestellt wurden.

Wenn wir die Fehlstellen als zufällige Fehler betrachten und gleichzeitig die Anzahl der kranken Stauden bezw. die Erträge an kranken Knollen als Sorteneigentümlichkeit betrachten oder gleichfalls diesen Zu-

fälligkeiten zuschreiben, so können wir nun die Erträge der verschiedenen Sorten, welche auf den beiden Versuchsfeldern erzielt wurden, miteinander vergleichen, und die sich daraus ergebenden Schlußforderungen ziehen. Wir haben dabei nur noch zu berücksichtigen, daß wir es in Nesselbeck mit einem guten Mittelboden bezw. mit einem sehr guten Kartoffelboden zu tun hatten, während der Nickelsdorfer Boden ein leichterer Sandboden war, und ferner, daß das Klima in Nesselbeck etwas weniger typisches Binnenlandklima war als in Nickelsdorf.

Zunächst muß auffallen, daß die Erträge an kleinen (unter einem Zoll Durchmesser großen) Knollen in Nesselbeck über zweimal so groß sind als in Nickelsdorf. Ich möchte es aber nicht wagen, hierauf allgemeinere Schlußfolgerungen aufzubauen, etwa bezüglich des Einflusses des Bodens oder dergleichen. Es ist ganz gut möglich, daß hier der individuelle Fehler des Auslesenden eine nicht unerhebliche Rolle mitgespielt hat; immerhin dürfte dies Moment für spätere Versuche der Beachtung wert sein! — Es haben auch nicht stets die gleichen Sorten auf beiden Versuchsfeldern die geringste bezw. höchste Anzahl an kleinen Knollen geliefert.

Was sonst die Enderträge der verschiedenen Sorten anbelangt, so sind zunächst auf beiden Versuchsfeldern 21 gleiche Sorten in diesem Jahre angebaut worden. Um die Erträge derselben auf den verschiedenen Bodenarten vergleichen zu können, wollen wir hier zunächst die Annahme machen, daß die Ertragssteigerung in erster Annäherung mit der Güte des Bodens proportional verlief. Wir sind uns dessen bewußt, daß dies streng genommen nicht der Fall ist, können aber zurzeit keine bessere Annahme zugrunde legen. Unter dieser Annahme nun stellen wir zunächst fest, daß der mittlere Ertrag der 21 Sorten in Nesselbeck 182,1 dz/ha, in Nickelsdorf dagegen 164,3 dz/ha ergab. Wollen wir nun beide Erträge miteinander vergleichen, so müssen wir die Nickelsdorfer dementsprechend zuvor mit 1,11 multiplizieren. Führen wir dies durch, so gelangen wir zu den folgenden Ergebnissen:

Innerhalb der Fehlergrenzen geben die folgenden Sorten auf beiden Versuchsfeldern übereinstimmende Erträge:

	Erträge in dz/ha		Differenz	Mittel
	in Nesselbeck	in Nickelsdorf		
Centifolia	228,1 ± 2,3	254,1 ± 8,5	+ 26,0 ± 8,8	241,1 ± 4,4
Beseler	224,2 ± 3,3	207,6 ± 5,8	— 16,6 ± 6,7	215,9 ± 3,3
Karz v. Kameke	193,8 ± 9,8	221,2 ± 18,0	+ 27,4 ± 20,5	207,5 ± 10,2
Wohltmann-Kl. Spiegel	197,0 ± 2,8	190,5 ± 11,9	— 6,5 ± 12,2	193,8 ± 6,1
Belladonna	185,4 ± 3,7	201,8 ± 5,7	+ 16,4 ± 6,8	193,6 ± 3,4
Pepo	175,3 ± 3,8	200,7 ± 15,5	+ 25,4 ± 16,0	188,0 ± 8,0
Silesia-Kl. Spiegel	192,9 ± 2,8	177,9 ± 10,1	— 15,0 ± 10,5	185,4 ± 5,2
Trebitscher Ertragr.	168,8 ± 3,8	183,6 ± 11,7	+ 14,8 ± 12,3	176,2 ± 6,1
Parnassia	176,2 ± 2,3	175,6 ± 9,8	— 0,6 ± 10,1	175,9 ± 5,0
Adonis	137,0 ± 3,1	156,3 ± 4,0	+ 19,3 ± 5,1	146,7 ± 2,5
Richters Imperator	85,0 ± 8,4	115,7 ± 2,8	+ 30,7 ± 8,9	100,3 ± 4,4

Von den vorstehenden Sorten dürften Centifolia, Beseler und Karz am anbauwürdigsten sein; bei Karz ist allerdings der Versuchsfehler noch

reichlich groß, um ein ganz sicheres Urteil abzugeben. Adonis und Richters Imperator lohnen den Anbau gegenüber den anderen Sorten nicht mehr. Die übrigen sechs Sorten nehmen eine mittlere Stelle ein.

Auf dem besseren Boden in Nesselbeck gaben gegenüber dem Sandboden in Nickelsdorf die folgenden Sorten höhere Erträge:

	Erträge in dz/ha		Differenz
	in Nesselbeck	in Nickelsdorf	
Admiranda	266,1 ± 3,5	176,2 ± 5,0	89,9 ± 6,1
Hindenburg	263,9 ± 6,3	205,6 ± 6,4	58,3 ± 9,0
Helios	251,2 ± 4,7	167,5 ± 10,0	83,7 ± 11,0
Gratiola	237,3 ± 4,5	178,6 ± 8,1	58,7 ± 9,3
Wohltmann-Greisitz	196,7 ± 5,7	168,4 ± 3,3	28,3 ± 6,6
Laurus	194,8 ± 3,7	145,4 ± 3,4	49,4 ± 5,0

Von den vorstehenden Sorten dürfte für den Anbau auf leichterem Boden vornehmlich noch Hindenburg in Betracht kommen, während sich Laurus nicht bewährt hat. Auf dem besseren Boden haben sich die verschiedenen Sorten in der oben angegebenen Reihenfolge am meisten bewährt. Alle diese Sorten dürften hier besonders anbauwürdig sein, insonderheit: Admiranda, Hindenburg, Helios und Gratiola. Es ist anzunehmen, daß diese Ertragsunterschiede auf noch besseren Bodenarten noch größere werden, während sie sich auf geringeren Bodenarten mehr und mehr verwischen werden. Die obigen sechs Sorten sind offenbar für eine größere Bodenfeuchtigkeit besonders empfänglich, ohne andererseits an in einem solchen Boden auftretenden Säureerscheinungen zu leiden.

Die folgenden vier Sorten scheinen dagegen sehr empfindlich gegen derartige Säurebildungen zu sein; denn sie liefern deutlich auf dem wesentlich geringeren Boden in Nickelsdorf höhere Erträge:

	Erträge in dz/ha		Differenz
	Nesselbeck	Nickelsdorf	
Thunow	114,5 ± 5,4	187,1 ± 13,1	72,6 ± 14,2
Graf Dohna	128,0 ± 4,1	176,4 ± 6,7	48,4 ± 7,9
Lotos	117,8 ± 1,9	173,8 ± 8,9 [1]	56,0 ± 9,1
Goldspende	89,4 ± 8,0	165,8 ± 4,6	76,4 ± 9,2

Diese Sorten dürften für den Anbau auf besseren Bodenarten gar nicht in Betracht kommen, ob sich ihr Anbau auf sehr geringen Bodenarten besonders empfiehlt, dürfte festzustellen weiteren Versuchen vorbehalten bleiben; nach den hier vorliegenden Versuchen wurden sie in Nickelsdorf von einer ganzen Reihe anderer Kartoffeln wesentlich geschlagen.

Von den nur an einer der Versuchsstationen angebauten Sorten hat sich Silesia in Nickelsdorf mit einem Ertrage von 195, 4 ± 3,6 dz/ha bewährt; in Nesselbeck haben Fürst Bismarck 212, 2 ± 2,1 dz/ha, Alma 199, 1 ± 4,6 und Model 191, 7 ± 2,9 dz/ha Kartoffeln geliefert. Diese dürften danach wohl durchaus für den Anbau zu empfehlen sein.

[1]) Siehe weiter unten.

Zum Schlusse dürfte es endlich angebracht sein, die Erträge der diesjährigen Sortenanbauversuche in Nickelsdorf mit denen des Vorjahres zu vergleichen, soweit in beiden Jahren die Versuche mit den gleichen Kartoffelsorten durchgeführt wurden. Es handelt sich hier um 14 verschiedene Sorten. Das Mittel der Erträge dieser Sorten war im Vorjahre genau um 111 % höher als in dem letzten Jahre, so daß wir die vorjährigen Erträge direkt mit den von uns für den Nickelsdorfer-Nesselbecker-Vergleich reduzierten Erträge vergleichen können.

Wie die Tabelle 35 zeigt, liegen die Differenzen zwischen den Ergebnissen der beiden Jahre durchaus innerhalb der Grenzen unserer Versuchsfehler. Unser Urteil über die verschiedenen Sorten wird also dadurch nicht geändert! Nur eine Kartoffelsorte „Lotos" macht hiervon eine Ausnahme, insofern bei dieser die diesjährigen Erträge in Nickelsdorf wesentlich höher ausfielen.

Tabelle 36.

Vergleich der Sortenerträge in Nickelsdorf von 1918 und 1919.

	Erträge in dz ha			Differenz	im Mittel
	1919	1919 reduziert	1918[1])		
Karz	199 ± 16	221 ± 18	257 ± 13	— 36 ± 22	239 ± 11
Hindenburg	185 ± 6	206 ± 6	229 ± 10	— 23 ± 12	217 ± 6
Helios	151 ± 9	168 ± 10	223 ± 12	— 55 ± 16	196 ± 8
Belladonna	182 ± 7	202 ± 8	205 ± 27	— 3 ± 28	204 ± 14
Silesia	176 ± 3	195 ± 4	193 ± 7	+ 2 ± 8	194 ± 4
Beseler	187 ± 5	208 ± 6	174 ± 14	+ 15 ± 27	181 ± 14
Gratiola	161 ± 7	179 ± 8	191 ± 7	— 12 ± 11	185 ± 6
Parnassia	158 ± 9	176 ± 10	171 ± 7	+ 5 ± 13	174 ± 7
Goldspende	149 ± 4	166 ± 5	156 ± 7	+ 10 ± 9	161 ± 5
Wohltmann-Greisitz	139 ± 3	154 ± 3	152 ± 4	+ 2 ± 5	153 ± 3
Adonis	141 ± 4	156 ± 4	146 ± 3	+ 10 ± 5	151 ± 3
Trebitscher Ertragreichste	165 ± 11	184 ± 12	139 ± 3	+ 45 ± 12	162 ± 6
Richters Imperator	104 ± 3	116 ± 3	135 ± 6	— 19 ± 7	126 ± 4
Lotos	157 ± 8	174 ± 9	116 ± 2	+ 58 ± 9	145 ± 5

Man könnte zunächst vielleicht annehmen, daß dies auf eine Verwechslung beim Auslegen der Saatknollen zurückzuführen ist. Da gerade um diese Zeit der Versuchsleiter in Nickelsdorf wechselte, und da andrerseits die Versuche in Nesselbeck genau das gleiche Ergebnis zeitigten, wie die vorjährigen Versuche in Nickelsdorf, so ist meines Erachtens eine derartige Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen. — Ist dies nicht der Fall, so könnte man nur noch annehmen, daß in dem Züchtungsjahre, aus dem das Originalsaatgut stammte, gerade bei der Lotoskartoffel größere Fortschritte erzielt wurden; dessen ist sich aber Herr v. Kameke nicht bewußt.

Aus den vorstehenden Zusammenstellungen ersieht man ferner, wieviel man auf Differenzen, welche man bei Sortenanbauversuchen erzielt, zu geben hat, um nach diesen die Wertigkeit der verschiedenen Sorten zu

[1]) Bericht über die auf der Kartoffelkulturstation in Nickelsdorf im Jahre 1918 ausgeführten Versuche. Georgine, Land- und forstwirtschaftliche Zeitung vom 18. Januar 1919. Nr. 5—6.

beurteilen! Und wie wichtig es darum ist, die Fehler, welche bei derartigen Versuchen auftreten müssen, zu erkennen und sie nach Möglichkeit geringer zu gestalten. Ich glaube daher annehmen zu müssen, daß man auch hier nicht eher zu klaren Ergebnissen gelangen wird, als bis man sich dazu entschließt, die Versuchsanstellung durch die erforderliche Anzahl von Kontrollversuchen sicherer zu gestalten und bei der Verarbeitung der Ergebnisse, die Ungleichmäßigkeit des Bodens in ähnlicher Weise, wie dies hier geschehen ist, nach Möglichkeit auszuschalten.

Anhang.

Die Ausgleichungsrechnung zur Ausschaltung der Ungleichheit des Bodens auf den Versuchsfeldern.

Die Anlage der Versuchsteilstücke geschieht zweckmäßig in einer langen Reihe nebeneinander und zwar derart, daß die verschieden behandelten Versuche zusammen immer ein Quadrat bilden. Beim Wagnerschen fünfteiligen Düngungsversuche würde danach jede einzelne Parzelle Rechtecksgestalt haben, und zwar derart, daß die Längsseite dieses Rechteckes gleich fünf Schmalseiten ist. Ich will als Beispiel für diese Rechnungsart wieder den Versuch in Quanditten anführen, um hierbei gleichzeitig die in unserer zwölften Mitteilung und in meiner Bodenkunde (zweite Auflage, Berlin, Paul Parey 1913, S. 240) gemachten Fehler richtig zu stellen. Die Hafererträge an Korn + Stroh-Frischsubstanz pro 50 qm Fläche waren hier bei den fünfteiligen Düngungsversuchen die folgenden:

I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
65,4	98,3	60,3	78,8	90,2	66,7	96,2	69,4	80,9	87,7	54,9	90,6	50,2	69,8	79,2	42,1	66,2	34,6	64,4	70,4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Die römischen Zahlen in der vorstehenden Zeichnung der Anlage des Versuches bedeuten die verschiedene Düngung, die darunter befindlichen Zahlen geben die Erträge in kg vom Teilstück wieder. Sie sind so eingezeichnet, wie sie auf den benachbarten Teilstücken gewonnen wurden; die darunter befindlichen Zahlen endlich geben die fortlaufenden Nummern der Einzelversuche an. Die Lage der einzelnen Versuche zueinander geht deutlich aus der obigen Aufzeichnung hervor.

Wenn wir die Ergebnisse in gewöhnlicher Weise zusammenfassen, so stellen wir hierfür die gleichgedüngten Versuche zusammen, bilden aus ihren Ergebnissen den Mittelwert und seine wahrscheinliche Schwankung. Das ergibt im vorliegenden Falle:

Tabelle 37.

Düngung	I. ungedüngt	II. $K_2O + N$	III. $K_2O + P_2O_5$	IV. $N + P_2O_5$	V. Volldüngung
Versuch 1: . . .	65,4	98,3	60,3	78,8	90,2
„ 2: . . .	66,7	96,2	69,4	80,9	87,7
„ 3: . . .	54.9	90,6	50,2	69,8	79,2
„ 4: . . .	42,1	66,2	34,6	64,4	70,4
Im Mittel: . . .	57,3	87,8	53,6	73,5	81,9
Wahrscheinliche Schwankung ± .	4,28	5,28	5,48	3,11	3,45

Die Fehler sind außerordentlich groß. Ein Blick aber auf die Eintragung zeigt uns, daß die Erträge nach rechts zu geringer werden, daß wir also neben allen zufälligen Fehlern, welche durch die ganze Versuchsanstellung bedingt werden, noch in unseren Ergebnissen systematische Fehler haben, welche offenbar auf die Ungleichheit des Bodens auf unserem Versuchsfelde zurückzuführen sind. Ein Versuch, diese systematischen Fehler irgendwie auszuschalten, war so naheliegend. Mir erschien dies möglich zu sein, wenn man stets nur die Erträge der benachbarten Teilstücke miteinander verglich; also die Ertragsdifferenzen feststellte, welche auf den je fünf verschieden behandelten, einander benachbarten Teilstücken auftraten. Wir mußten dabei zu einer ganzen Reihe von Vergleichen kommen, die wir nun wieder, um ein einheitliches Endergebnis zu erzielen, in irgend einer Weise zusammenfassen mußten. Der hierfür einzig gangbare Weg war der, daß wir das jeweilige Mittel der je fünf Erträge bildeten, dieses gleich hundert setzten und nun berechneten, wieviel Prozent dieses jeweiligen Mittelertrages durch die verschiedene Düngung erreicht wurde. Diese so ermittelten Prozentzahlen waren damit vergleichbar; wir konnten sie untereinander schreiben, aus ihnen das Mittel bilden, und die wahrscheinliche Schwankung der **einzelnen** Beobachtung nach der Gleichung:

$$r = 0{,}845 \cdot \frac{v}{\sqrt{n\,(n-1)}}$$

berechnen. Wir führen dies bei dem obigen Beispiele durch:

Tabelle 38.

Prozentzahlen aus den einzelnen Beobachtungen bei der Düngung.

Versuch Nr.	kg	Mittel = Erträge aus				
		I	II	III	IV	V
1— 5	78,60	83,2	125,1	76,7	100,2	114,8
2— 6	78,86	84,6	124,7	76,5	99,9	114,4
3— 7	78,44	85,0	122,7	76,9	100,5	115,0
4— 8	80,26	83,1	119,9	82,6	98,2	112,4
5— 9	80,68	82,7	119,2	86,0	100,2	111,8
6—10	80,18	83,2	120,0	86,6	100,9	109,4
7—11	77,82	70,6	123,6	89,2	104,0	112,7
8—12	76,70	71,6	118,1	90,5	105,4	114,4
9—13	72,86	75,4	124,4	68,9	111,0	120,3
10—14	70,64	77,7	128,2	71,7	98,8	124,2
11—15	68.94	79,6	131,4	72,8	101.3	114,9
12—16	66,38	63,4	135,6	75,6	105,2	119,3

Versuch Nr.	kg	Mittel = Erträge aus				
		I	II	III	IV	V
13—17	61,50	68,5	107,6	81,6	113,5	128,7
14—18	58,38	72,1	113,4	59,3	119,6	135,6
15—19	57,30	73,5	115,5	60,4	112,4	138,2
16—20	55,54	75,8	119,2	62,3	116,0	126,8
im Mittel:	71,43	76,9	121,8	76,1	105,4	119,6
± r	—	5,69	5,34	7,97	5,83	7,30
reduziert auf die Beobachtungen: Mittel:		54,9	87,0	54,4	75,3	85,5
± r		4,06	3,82	5,69	4,17	5,21

Am Schlusse der vorstehenden Tabelle habe ich dann die Prozentzahlen und ihre wahrscheinlichen Schwankungen wieder auf die ursprünglich gefundenen Werte zurückgeführt, indem ich sie mit dem Gesamtmittel aller Mittelzahlen = 71,43 multiplizierte und durch Hundert dividierte.

Die hier berechnete wahrscheinliche Schwankung der Vergleichszahlen ist gleich der wahrscheinlichen Schwankung der Einzelerträge. Sie wurde errechnet, indem man die Summe der Abweichungen von je 16 Vergleichen in ihrem Mittel bildete, diese dann mit 0,845 multiplizierte und durch $\sqrt{16\,(16-1)}$ dividierte. Die wahrscheinliche Schwankung der einzelnen Beobachtung berechnete sich hingegen, indem man das Mittel aus den je vier Beobachtungen bildete, die Summe der vier Abweichungen von diesem Mittel nahm und diese mit 0,845 multiplizierte und durch $\sqrt{4\,(4-1)}$ dividierte. Danach haben also beide Berechnungen die gleiche Grundlage. Der Fehler wird nur dadurch um ein Weniges geringer, daß die Anzahl der Vergleiche größer ist, als die Anzahl der Beobachtungen. Die hierdurch bedingte Differenz wird aber um so geringer werden, je größer die Anzahl der Beobachtungen ist.

Um nun die errechneten Fehler mit den eingangs aus den Beobachtungen direkt ermittelten zu vergleichen, müssen wir auch aus diesen Zahlen noch die wahrscheinlichen Schwankungen der Mittel der Beobachtungen bilden. Wir tun dies genau in der gleichen Weise, wie bei den Beobachtungen, die wir nicht dem Ausgleichsverfahren unterworfen hatten, nach der Gleichung $R = \frac{r}{\sqrt{n}}$; in welcher n hier wie da gleich der Anzahl der Beobachtungen, also in unserem Falle gleich 4 ist. Hiermit ist das Rechnungsverfahren beendet und wir können jetzt noch einen Blick auf die Ergebnisse desselben werfen.

	Düngung				
	I ungedüngt	II $K_2O + N$	III $K_2O + P_2O_5$	IV $N + P_2O_5$	V Volldüngung
ohne Ausgleich:					
Mittel	57,3	87,8	53,6	73,5	81,9
±	4,28	5,28	5,48	3,11	3,45
nach dem Ausgleich:					
Mittel	54,9	87,0	54,4	75,3	85,5
±	2,03	1,91	2,84	2,08	2,60

Was haben wir nun für die Resultate unseres Feldversuches durch die Ausgleichungsrechnung erreicht?

Zunächst ergeben beide Rechnungen, daß dem Boden eine Stickstoffdüngung not tut; denn das Ergebnis ohne Stickstoffdüngung ist ebenso hoch, wie das des überhaupt ohne künstliche Düngung behandelten Bodens. Durch den Ausgleich erscheint dies Ergebnis aber noch einwandfreier dazustehen; denn es sind die Mittelwerte wesentlich näher aneinandergerückt und die Fehler dementsprechend auf die Hälfte ungefähr reduziert worden. Das gleiche ergibt ein Vergleich der Volldüngung mit der Kali- + Stickstoffdüngung. Die erstere hat hier gegen die letztere auch keinen Mehrertrag ergeben; denn die Differenz, welche auch hier negativ ist, liegt innerhalb der Versuchsfehler. Auch hier ist aber durch die Ausschaltung der Ungleichheit des Bodens dieses Ergebnis als wesentlich gesichert in Erscheinung getreten! Für die anderen Vergleiche wollen wir die einzelnen Differenzen bilden:

Düngung II—I:

ohne Ausschaltung der Bodenungleichheit: (87,8 ± 5,28) — (57,3 ± 4,28) = (31,5 ± 6,80)
mit „ „ „ (87,0 ± 1,91) — (54,9 ± 2,03) = (32,1 ± 2,79)

Düngung IV—I:

ohne Ausschaltung der Bodenungleichheit: (73,5 ± 3,11) — (57,3 ± 4,28) = (16,2 ± 5,29)
mit „ „ „ (75,3 ± 2,08) — (54,9 ± 2,03) = (20,4 ± 2,91)

Düngung V—I:

ohne Ausschaltung der Bodenungleichheit: (81,9 ± 3,45) — (57,3 ± 4,28) = (24,6 ± 5,50)
mit „ „ „ (85,5 ± 2,60) — (54,9 ± 2,03) = (32,1 ± 3,30)

Die Differenzen zwischen Düngung II und I und zwischen V und I waren zwar schon ohne Anwendung der Prozentzahlenrechnung genügend einwandfrei feststehend, wenn es sich darum handelte, festzustellen, ob überhaupt durch Kali und Stickstoffdüngung bezw. durch die Volldüngung eine Ertragssteigerung gegen ungedüngt zu erzielen ist. Kommt es uns aber darauf an, festzustellen, mit welcher Sicherheit gerade die betreffende Größe der Differenz festzustellen ist, so ergibt sich, daß hier durch unsere Berechnungen die Größe der Differenz doppelt so genau festzustellen war!

Bei der Differenz IV—I lag aber ohne die Ausschaltung der Bodenungleichheit das Ergebnis durchaus noch innerhalb unserer Versuchsfehler; nach Anwendung dieser Methode ist aber die Kalibedürftigkeit des Bodens vollkommen sichergestellt; denn die Differenz entspricht jetzt dem siebenfachen wahrscheinlichen Fehler!

Die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung und dieser Ausschaltungsmethode gibt es uns so an die Hand, ein objektives sicheres Ergebnis aus unseren Feldversuchen abzuleiten. Ist ein Ergebnis auf den ersten Blick als feststehend zu erkennen, so wird es ja oft der Berechnungen nicht bedürfen, wenn es dem Versuchsansteller nicht darauf ankommt, die Differenzen quantitativ festzustellen. Wenn man auf einer sehr großen Anzahl von Parzellen von verschiedener Größe und Anlage überall kleinere Mehrerträge, wie z. B. 1 bis 2 dz Körner oder

15 dz Rübenwurzeln für 1 ha, festgestellt hat, so ist mit Schneidewind[1] wohl anzunehmen, daß diese Ergebnisse unter denselben Verhältnissen wieder zu erwarten sind; es ist dann aber auch sicher, daß diese die richtige Anwendung der Wahrscheinlichkeits- und Ausschaltungsrechnung als durchaus sicher erscheinen läßt! Ohne dem sollte man keine Mutmaßungen hegen; denn in dem Augenblick, wo wir nach Gutdünken arbeiten, verlassen wir den Boden der strengen wissenschaftlichen Objektivität.

[1]) l. c. S. 25.

Mitteilung der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten, Halle a. S.

1920. **Nr. 1.**

Weitere Versuche zur Bekämpfung der Rübennematoden (Heterodera Schachtii *A. Schmidt*) mittels des abgeänderten Fangpflanzenverfahrens.

Von

Professor Dr. **H. C. Müller** und Dr. **E. Molz.**

Julius Kühn[1]) hat zu dem von ihm begründeten Verfahren der Bekämpfung der Rübennematoden mittels Fangpflanzen zum letzten Male in der Kuratoriumssitzung unserer Versuchsstation am 16. September 1909 das Wort ergriffen. Hierbei entwickelte er in kurzen klaren Ausführungen den Gang und die Entwicklung seiner Versuche und legte abschließend das Ergebnis eines neunjährigen Versuches vor, in dem die Erfolge seines Verfahrens sehr deutlich zutage traten.

Das Kühnsche Fangpflanzenverfahren stützt sich auf die Entwicklungsgeschichte der Rübennematoden. Es geht von dem Gedanken aus, die Nematoden durch dichte und wiederholte Aussaat von Pflanzen, die von dem Parasiten gern aufgesucht werden, einzufangen und in dem geeigneten Entwicklungsstadium des Nematoden mit den Fangpflanzen zu vernichten.

Bereits die ersten in dieser Richtung von Kühn angestellten Versuche waren von Erfolg begleitet. Das Verfahren war also wirksam, aber das anfänglich übliche Aufnehmen der Fangpflanzen verursachte einen zu hohen Kostenaufwand und erforderte zu zahlreiche Handarbeitskräfte, die schwer zu dem für die erfolgreiche Vernichtung nur kurz abgemessenen Zeitpunkt zu beschaffen waren.

Kühn (Rübenzucker-Industrie, 1883, S. 96) hat nun in den Jahren 1881 und 1882 die Beobachtung gemacht, daß ein Haufen, der aus zusammengefaulten Fangpflanzen bestand, keine lebensfähigen Nematoden mehr enthielt. Diese Tatsache brachte ihn auf den Gedanken, die Fangpflanzen an Ort und Stelle im geeigneten Zeitpunkte durch Gespannarbeiten zu vernichten, da anzunehmen war, daß dann die sich nur kurze Zeit frisch erhaltenden Würzelchen den Nematodenlarven nicht genug

[1]) Bericht der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten in Halle für das Jahr 1909. Vergl. auch Deutsche Zuckerindustrie 1909, S. 841.

Nährstoffe zur Fortentwicklung liefern würden. Auch dieser Versuch führte zu einem günstigen Resultat.

Die Durchführung des Fangpflanzenverfahrens mittels Gespannarbeiten erforderte immerhin noch einen großen Aufwand an Arbeit und weiterhin den Verlust einer Jahresernte. Man darf sich deshalb nicht wundern, wenn die Praxis sich gegen das Kühnsche Fangpflanzenverfahren im allgemeinen ablehnend verhielt.

Kühn hat nun sein Fangpflanzenverfahren dahin abgeändert, daß er durch eine Einsaat im Herbst von Sandwicken mit Winterroggen oder Sandwicken mit Inkarnatklee dem Boden zunächst eine zeitige Futterernte im Frühjahr abgewinnt, worauf dann eine drei- bis viermalige Fangpflanzensaat folgt.

Wohl wird in dieser Weise der Verlust einer Jahresernte vermieden, doch bleiben immer noch die zahlreichen Gespannarbeiten, die in kurzen bestimmten Zeitperioden einzusetzen haben, selbst dann, wenn die ungünstigsten Witterungsverhältnisse herrschen. Auch diese Methode hat sich in die Praxis nicht eingeführt.

Die geniale Idee Kühns, den Rübennematoden durch Fangpflanzen zu bekämpfen, schien somit praktisch unfruchtbar zu sein. H. C. Müller kam nun auf den Gedanken, die Fangpflanzen durch Bespritzen mit einer ätzenden Flüssigkeit, als welche eine Eisenvitriollösung sich am wirksamsten erwies, abzutöten und so die teueren und zeitraubenden Gespannarbeiten für die Vernichtung der Fangpflanzen auszuschalten.

Wir sind zusammen diesem Gedanken in zahlreichen Versuchen nachgegangen, von denen ein Teil bereits im Jahre 1914 in der Zeitschrift des Vereines der Deutschen Zuckerindustrie, Heft 707, S. 1022—1029 veröffentlicht wurde. Schon damals haben wir erkannt, daß die Methode der Vernichtung der Fangpflanzen mittels Eisenvitriols nahezu ebenso gute Resultate ergibt, als die alte Kühnsche Methode der Abtötung der Fangpflanzen durch Gespannarbeiten.

Die neue Methode haben wir in den Jahren 1913—1916 in einem vergleichenden Feldversuch einer nochmaligen Prüfung unterzogen.

Zu diesem Zweck wurde ein von Herrn Gutsbesitzer Rusche, Halle, gepachtetes Ackerstück in der Nähe von Halle benutzt, das ziemlich leichten Boden besitzt und stark mit Nematoden verseucht war.

Vorfrüchte waren: 1907 — Roggen,
1908 — Hafer,
1909 — Kartoffeln,
1910 — Weizen,
1911 — Zuckerrüben,
1912 — Zuckerrüben.

Die Größe des Versuchsfeldes betrug etwas über 1 Morgen. Zur Düngung wurden dem Feld am 18. März 1913 gegeben: $2^1/_4$ Zentner $40\,^0/_0$iges Kalisalz, 3 Zentner Ammoniak-Superphosphat 9×9, $1^1/_2$ Zentner $18\,^0/_0$iges Superphosphat; kein Stalldünger.

Es war nun beabsichtigt, auf diesem Felde folgende Fangpflanzenverfahren vergleichend zu prüfen.

1. Das alte Kühnsche Verfahren mit ganzjähriger Fangpflanzenkultur unter Benutzung von Hackgeräten.

2. Dazu im Vergleich das abgeänderte Verfahren mit ganzjähriger Fangpflanzenkultur unter Benutzung von Eisenvitriollösungen zur Vernichtung der Fangpflanzen.

3. Rübsen als Vorfrucht für die 1915 folgende Zuckerrübe.

4. Hafer als Vorfruchtpflanze, besonders zum Vergleich der unter 6 angeführten Gerste.

5. Anwendung des abgeänderten Fangpflanzenverfahrens ohne Einbuße einer Jahresernte. Für diesen Zweck wurde von uns die für den Rübennematoden nur wenig anfällige Gerste benutzt. Es war beabsichtigt, nach dem Auflaufen der Gerste Rübsen zwischen die Reihen zu drillen und diesen zur geeigneten Zeit mittels Eisenvitriols zu vernichten. Später sollten nach der Gerstenernte noch zwei Fangpflanzensaaten mit Eisenvitriolvernichtung folgen. Diese Maßnahmen sollten zwei Jahre durchgeführt werden.

6. Als Kontrolle zu vorstehendem Versuch Gerstenanbau ohne Fangpflanzen, aber unter derselben Eisenvitriolbehandlung wie bei 5.

Da die Versuche 5 und 6 zweijährig waren, so wurde mit ihnen bereits im Jahre 1913 begonnen, während die Versuche 1—4 erst im Jahre 1914 zur Durchführung kamen.

Jeder Versuch sollte vierfach zur Ausführung kommen, weshalb das Versuchsfeld im Frühjahr 1913 in 24 gleichgroße Parzellen eingeteilt wurde, von denen jede einzelne 106 qm groß war.

Für die Durchführung der Versuche im Jahre 1913 kamen nur die Gerstenparzellen in Betracht. Alle übrigen Parzellen wurden mit Hafer bestellt.

Um die seitliche Einwanderung der Nematoden in die Gerstenparzellen zu verhüten, wurden diese mit schmalen, 40 cm tiefen Gräben umgeben, deren Wände und Sohle mit gebranntem Kalk dick bestreut wurden.

Die Gerste wurde am 26. März 1913 auf 8 Parzellen ausgedrillt. Die Rübsenzwischensaat erfolgte erst am 21. April. Das war leider etwas zu spät. Infolge Trockenheit des Bodens, die durch die bereits in der Entwickelung fortgeschrittenen Gerstenpflänzchen noch erhöht wurde, zeigte der Rübsen eine sehr mangelhafte Anfangsentwickelung und vertrocknete schließlich vollkommen. Eine Eisenvitriolbehandlung war deshalb überflüssig.

Am 23. Juli 1913 wurde die Gerste geerntet und am 24. Juli die vier für den Fangpflanzen-Versuch vorgesehenen Parzellen flach umgegraben und mit Rübsen bestellt, wobei je Parzelle 1 kg Samen verwandt wurde. Dieser lief am 2. August auf.

Am 26. August wurde der Rübsen mit einer 20%igen Lösung von Eisenvitriol behandelt, desgleichen die nicht mit Rübsen bestellten Kontroll-

Gersteparzellen. Die Rübsenpflanzen sind infolge dieser Bespritzung nicht ganz abgestorben, stärker entwickelte Pflanzen blieben teilweise noch erhalten. Die Parzellen wurden deshalb zur vollkommenen Vernichtung der Pflanzen am 1. September mit der Hacke bearbeitet, und diese Arbeit nach zwei Tagen wiederholt.

Am 5. September 1913 wurde eine Neuansaat mit Rübsen vorgenommen, und die aufgelaufenen Pflänzchen am 3. November 1913 mit einer 30 %igen Lösung von Eisenvitriol vernichtet. Hierbei wurden 8 Liter Flüssigkeit je Parzelle verwandt. Auch die Kontroll-Parzellen wurden wieder in gleicher Weise behandelt.

Jeder Bespritzung gingen einige mikroskopische Untersuchungen voraus zur Erkennung des richtigen Zeitpunktes der Behandlung.

Der ganze Nematodenversuchsplan wurde vom 19.—22. November mit dem Spaten umgegraben.

Im Jahre 1914 wurden die ebenerwähnten Versuche 5 und 6 wiederholt und die Versuche 1—4 zur Ausführung gebracht.

Das Versuchsfeld, das, wie gesagt, etwas über 1 Morgen groß war, erhielt am 20. März 1914 eine Düngung von: 1,5 Zentner 18 %igem Superphosphat, 1,75 Zentner Ammoniak-Superphosphat (9×9) und 1,75 Zentner 40 %igem Kalisalz.

Die einzelnen Parzellen wurden durch Dachpappe isoliert. Zu diesem Zwecke wurden Dachpappestreifen von 50 cm Breite 35 cm tief in den Boden eingelassen und am oberen Rand zur Vermeidung des Einreißens 10 cm umgebogen. Die Dachpappe ragte 5 cm aus der Erde heraus.

Die einzelnen Versuche wurden nun wie folgt durchgeführt:

Versuch 1. Altes Kühnsches Verfahren. 4 Einsaaten: die erste am 25. April 1914, vernichtet am 29. Mai; die zweite am 15. Juni, vernichtet am 18. Juli; die dritte am 24. Juli, vernichtet am 17. August: die vierte am 22. August, vernichtet am 16. September 1914.

Versuch 2. Abgeänderte Methode des Fangpflanzenverfahrens. Ebenfalls 4 Einsaaten. Erste Einsaat am 25. April 1914, vernichtet mit 30 %iger Lösung von Eisenvitriol (8 l je Parzelle) am 29. Mai. Da beim Eindrillen des Rübsens 1200 g Samen je Parzelle verwandt worden waren, so standen die Pflänzchen in den Drillreihen so dicht, daß stellenweise nicht alle Pflanzen durch die Eisenvitriollösung abgetötet worden waren. In der Folge wurde deshalb die Saatgutmenge erheblich verkleinert, selbstredend auch bei den Kühnschen Parzellen. Die nicht ganz abgetöteten Pflanzen wurden mit der Hacke ganz flach abgehackt. Zweite Einsaat bei Verwendung von nur 400 g Rübsensamen je Parzelle am 15. Juni. Nach der mikroskopischen Untersuchung sollte die Eisenvitriolbehandlung bereits am 16. Juli vorgenommen werden. Infolge Regenwetters mußte sie auf den 18. Juli verschoben werden. Die in ihren Stengeln schon ziemlich erstarkten Pflanzen wurden gleichfalls nicht alle von der Eisenvitriollösung abgetötet. Die Pflanzen wurden deshalb mit der Planethacke flach unter der Erde abgeschnitten. Dritte Einsaat am 25. Juli. Die Bespritzung mit der Eisenvitriollösung erfolgte am 17. August, je Parzelle

wurden 9 Liter der Lösung verbraucht. Die Wirkung der Behandlung war diesmal recht unvollkommen, was darauf zurückzuführen war, daß die Bespritzung bei Sonnenschein ausgeführt war. Das Wasser ist hierbei zu rasch verdunstet und bei dem Mangel an Tau blieb das aus den Flüssigkeitstropfen auskristallisierte Salz wirkungslos. Am 20. August wurden deshalb die Pflanzen mit einer flachen Hacke dicht unter der Erdoberfläche abgehackt. Vierte Einsaat am 22. August, Eisenvitriolbehandlung am 16. September. Am 19. September wurden die nicht ganz abgetöteten Pflanzen mit der Planethacke dicht unter der Erdoberfläche abgeschnitten.

Versuch 3. Rübsen als Vorfruchtpflanze. Der Rübsen wurde am 25. April 1914 eingedrillt, geerntet am 20. Juli 1914.

Versuch 4. Hafer als Vorfruchtpflanze. Einsaat am 23. April 1914. Ernte am 14. August 1914.

Versuch 5. Anwendung des abgeänderten Fangpflanzenverfahrens bei Gerstenanbau. Fortsetzung des bereits im Jahre 1913 begonnenen Versuches, über dessen Durchführung bereits vorstehend berichtet wurde. Einsaat der Gerste am 24. April 1914. Rübsenzwischensaat (breitwürfig) am 4. April. Am 29. Mai wurden die jungen Rübsenpflänzchen mit einer 30 %igen Lösung von Eisenvitriol bespritzt, wobei 8 Liter je Parzelle verwandt wurden. Die Rübsenpflänzchen gingen bis auf diejenigen zugrunde, die von der Gerste geschützt standen. Diese wurden beim Hacken der Gerste am 4. Juni vernichtet. Der Stand der Gerste mit Rübsen war etwas weniger gut als der ohne Rübsen. Bei der Zwischensaat ist eine Menge von 400 g Rübsen auf 100 qm noch zu groß. Man wird hier zweckmäßig auf 300 g herabgehen. Falls keine Hackarbeit dem Bespritzen folgen soll, wird man statt der Breitsaat des Rübsens das Eindrillen des Samens wählen. Ernte der Gerste am 23. Juli 1914. Die beabsichtigten Einsaaten des Rübsens nach der Ernte unterblieben infolge der durch den Eintritt des Krieges geschaffenen Verhältnissse.

Zur richtigen Durchführung bei diesem Versuche kamen also zwei Fangpflanzenkulturen nach der Gerstenernte im Jahre 1913 und eine Kultur als Gerstenzwischensaat im Frühjahr 1914, also im Ganzen drei Fangpflanzensaaten mit nachfolgender Vernichtung durch Bespritzen mit einer 20-, bezw. 30 %igen Lösung von Eisenvitriol.

Versuch 6. Gerste ohne Rübsenzwischensaat als Kontrolle zu Versuch 5. Einsaat der Gerste: 24. April 1914. Ernte: 23. Juli. Die Eisenvitriolbehandlungen wurden auf diesen Parzellen zwecks Gleichmäßigkeit der Versuchsbedingungen genau so durchgeführt wie auf denjenigen von Versuch 5.

Weitere Behandlung des Versuchsfeldes. Am 17. und 18. August 1914 wurden die Gerste-, bezw. Haferstoppel der Versuche 4, 5 und 6 und am 19. August die Rübsenstoppel des Versuches 3 zur Erhaltung der Schattengare flach gewendet. Vom 7. bis 12. Oktober 1914 wurden sämtliche 24 Parzellen des Versuchsfeldes mit dem Spaten umgegraben.

Zuckerrübenanbau auf den Versuchsparzellen im Jahre 1915.

Auf den vorstehend näher gekennzeichneten Versuchsparzellen wurden im Jahre 1915 Zuckerrüben angebaut. Hierbei wurde der Versuch noch insofern erweitert, als bei der Düngung die Hälfte der Versuchsparzellen keine Kalidüngung erhielt. Stalldünger wurde nicht gegeben. Die übrige Düngung bestand aus: 1 Zentner Superphosphat, 1 Zentner Ammoniak-Superphosphat (9×9) und auf den Kaliparzellen 1 Zentner 40 %igem Kalisalz.

Die Aussaat des Rübensamens erfolgte Ende April. Die Ernte begann am 27. Oktober und dauerte bis 4. November. Jede Rübe wurde nach dem Ausroden sorgfältig mit einem Messer von der anhängenden Erde gereinigt.

Das Ernteergebnis ist in der Tabelle 1 niedergelegt.

Ehe wir an eine Betrachtung des erhaltenen Zahlenmaterials herantreten, wollen wir zuerst auch noch das Ernteergebnis des auf denselben Versuchsparzellen zur Ausführung gekommenen Zuckerrübenanbaues im Jahre 1916 hier zahlenmäßig niederlegen.

Tabelle 1.
Zuckerrübenernte 1915.

Vorbehandlung bezw. Vorfrucht im Jahre 1914	Kalidüngung	Nr. der Parzelle	Parzellengröße: 106 qm			Mittel je Morgen (= $^1/_4$ ha)			
			Gesamtgewicht d. Rüben u. Kraut kg	Rüben kg	Kraut und Kopf kg	mit bezw. ohne Kalidüngung: Ztr. Rüben	mit bezw. ohne Kalidüngung: Ztr. Kraut u. Kopf	aus den vier zueinander gehörigen Parzellen: Ztr. Rüben	aus den vier zueinander gehörigen Parzellen: Ztr. Kraut u. Kopf
Einjähr. Fangpflanzenverfahren n. Kühn mit Rübsen	mit	4 4a	416,75 599,40	253,60 327,75	163,15 271,65	137,11	102,55	135,92	78,03
	ohne	4b 4c	493,50 500,45	275,80 295,40	217,70 205,05	134,72	53,50		
Einjähr. abgeändertes Fangpflanzenverfahren mit Rübsen (Eisenvitriolbehandlung)	mit	5 5a	339,25 433,20	211,65 225,40	127,60 207,80	103,08	79,10	110,74	85,22
	ohne	5b 5c	449,10 440,20	246,90 255,10	202,20 185,10	118,40	91,34		
Rübsen als Anbaupflanze (Vorfrucht)	mit	6 6a	317,95 252,75	181,35 125,00	136,60 127,75	72,25	62,35	77,31	65,15
	ohne	6b 6c	298,00 339,30	162,80 186,40	135,20 152,90	82,36	67,95		
Hafer (Vorfrucht)	mit	1 1a	330,50 265,10	187,30 142,60	143,20 122,50	77,81	62,66	70,20	58,39
	ohne	1b 1c	269,00 225,90	138,20 127,20	130,80 98,70	62,60	54,12		
Gerste mit Rübsen als Fangpflanze (Eisenvitriolbehandlung)	mit	3 3a	366,70 311,80	219,00 185,70	147,70 126,10	95,45	64,58	95,36	63,59
	ohne	3b 3c	323,80 345,50	193,60 210,30	130,20 135,20	95,26	62,60		
Gerste ohne Rübsen	mit	2 2a	313,25 256,85	168,65 135,00	144,60 121,85	71,61	62,85	63,29	54,32
	ohne	2b 2c	209,45 217,75	109,60 123,45	99,85 94,30	54,97	45,79		

Die Versuchsparzellen erhielten keinen Stalldünger, sondern Mitte April 1916 1 Zentner Superphosphat, 2 Zentner Ammoniak-Superphosphat (9×9) und die Kaliparzellen außerdem noch 2 Zentner 40 %iges Kalisalz.

Ende April wurde der Rübensamen gesät und anfangs November die Ernte vorgenommen. Die Rüben wurden hierbei aus Gründen ihrer technischen Verwendung nicht geköpft, sondern das Kraut nur mit der Hand abgedreht. Das erhaltene Zahlenmaterial finden wir in der Tabelle 2.

Wenn wir nun die Zahlenwerte der Tabellen 1 und 2 für sich wie auch zwischen den beiden Tabellen vergleichend betrachten, so kommen wir zu folgenden Ergebnissen:

1. Das alte Kühnsche Fangpflanzenverfahren bei einjähriger Durchführung mit 4 Fangpflanzensaaten von Sommerrübsen hat die im ersten Jahre darauf folgende Rübenernte ganz beträchtlich erhöht. Die Ernte war etwa doppelt so groß als ohne Behandlung bei Vorfrucht Hafer oder Gerste. Dieser Erfolg ist allerdings teilweise auf

Tabelle 2.

Zuckerrübenernte 1916.

Vorbehandlung bezw. Vorfrucht im Jahre 1914	Kalidüngung	Nr. der Parzelle	Parzellengröße: 106 qm Gesamtgewicht der Rüben u. Kraut kg	Rüben kg	Kraut kg	% Zucker	Mittel je Morgen (= 1/4 ha) mit und ohne Kalidüngung Ztr. Rüben	Ztr. Kraut u. Kopf	aus den vier zueinander gehörigen Parzellen Ztr. Rüben	Ztr. Kraut u. Kopf
Einjähriges Fangpflanzenverfahren nach Kühn mit Rübsen	mit	4 4a	258,5 247,7	166,0 143,0	92,5 104,7	19,2	72,88	46,51	66,39	43,31
	ohne	4b 4c	215,0 209,0	130,5 123,5	84,5 85,5	19,7	59,90	40,10		
Einjähr. abgeändertes Fangpflanzenverfahren mit Rübsen (Eisenvitriolbehandlung)	mit	5 5a	232,8 189,0	152,5 116,5	80,3 72,5	20,0	63,44	36,04	59,61	38,84
	ohne	5b 5c	217,0 196,0	124,5 112,0	92,5 84,0	19,7	55,78	41,63		
Rübsen als Anbaupflanze	mit	6 6a	224,0 197,5	147,0 123,5	77,0 74,0	20,0	63,80	35,62	62,15	35,62
	ohne	6b 6c	221,0 186,5	133,0 123,5	88,0 63,0	20,3	60,50	35,62		
Hafer (Vorfrucht)	mit	1 1a	199,0 194,0	122,5 125,5	76,5 68,5	20,4	58,49	34,19	57,84	37,97
	ohne	1b 1c	227,5 192,0	128,0 114,5	99,5 77,5	20,4	57,19	41,75		
Gerste mit Rübsen als Fangpflanze (Eisenvitriolbehandlung)	mit	3 3a	204,5 190,5	115,0 114,5	89,5 76,0	19,7	54,13	39,04	51,60	37,98
	ohne	3b 3c	197,5 167,0	110,0 98,0	87,5 69,0	20,5	49,06	36,91		
Gerste ohne Rübsen	mit	2 2a	189,0 206,5	113,0 120,0	76,0 86,5	19,1	54,95	38,33	52,63	38,18
	ohne	2b 2c	205,0 169,5	120,5 92,8	84,5 76,7	20,4	50,31	38,02		

Rechnung der durch die Fangpflanzen bewirkten Gründüngung und die intensive mechanische Bodenbearbeitung, welche lebhafte Nitrifikationsvorgänge auslöst, zu setzen.

2. Ein etwas weniger guter, aber immer noch sehr beachtenswerter Erfolg wurde mit dem abgeänderten Fangpflanzenverfahren bei Vernichtung der Fangpflanzen mittels Eisenvitriol erzielt.

3. Auch bei Gewinnung einer Gerstenernte mit einmaliger Rübsenzwischensaat und zweimaligem Fangpflanzenanbau nach der Ernte bei Anwendung einer 30 %igen Eisenvitriollösung zur Vernichtung der Fangpflanzen wurde ein recht deutlicher Erfolg erzielt. Die so behandelten Parzellen ergaben gegenüber den Kontrollen eine Mehrernte von rund 32 Zentnern Zuckerrüben je Morgen, eine Menge, die gegenüber dem Ertrag von rund 63 Zentnern je Morgen in den Gersteparzellen ohne Rübsen auf dem ziemlich armen Boden des Versuchsfeldes doch recht wesentlich erscheint. In anbetracht der Tatsache, daß bei dieser Methode der Anwendung des Fangpflanzenverfahrens keine Jahresernte verloren geht, dürfte sie Aussichten für eine praktische Verwendbarkeit besitzen.

4. Die Nachwirkungen der verschiedenen Fangpflanzenverfahren war in unseren Versuchen nur gering, eine Erscheinung, die im Hinblick darauf, daß die braunen Cysten des Rübennematoden ihre Eier erst im Laufe mehrerer Jahre aktivieren, zumal bei der starken Verseuchung unseres Versuchsfeldes, nicht befremdlich ist.

5. Die Kalidüngung war auf den meisten Versuchsparzellen besonders im Jahre 1916 von bemerkbarer, zum Teil sogar guter Wirkung. Diese reichte jedoch keineswegs aus, um die Nematodenschäden auszugleichen.

Die wichtigste Erkenntnis der vorstehenden Versuche ist auf jeden Fall die Tatsache, daß die kostspieligen Gespannarbeiten bei der Vernichtung der Fangpflanzen teilweise durch deren Bespritzen mittels Eisenvitriollösung ersetzt werden können. Allerdings ergaben sich bei der praktischen Durchführung dieser neuen Methode mancherlei Schwierigkeiten, und häufig war es notwendig, durch eine Hackarbeit die manchmal unvollkommene Wirkung der Bespritzung zu ergänzen. Doch läßt sich schon jetzt sagen, daß man nach einer Eisenvitriolbehandlung der Fangpflanzen mit einer einmaligen Gespannarbeit in den meisten Fällen ausreichen wird, und diese ist zur Lockerung des Bodens für die folgende Einsaat ja so wie so erforderlich.

Wenn in dem vorstehenden Versuche die Wirkung der neuen Methode weniger gut war als diejenige der alten, so ist das darauf zurückzuführen, daß die Technik der ersteren noch verbesserungsbedürftig ist, da aus deren

Handhabung während der Durchführung unseres Versuches noch mancherlei Fehlerquellen entsprangen.

Bei dauerndem Regenwetter muß die Eisenvitriolbehandlung durch Gespannarbeiten ersetzt werden.

Kühn legt bei der Vernichtung der Fangpflanzen durch Gespannarbeiten das Hauptgewicht auf die Lockerung des Zusammenhanges der Wurzeln mit dem Boden, ein Moment, das bei der Abtötung der Fangpflanzen mit Eisenvitriol, sobald diese vollkommen gelingt, außer Rechnung gestellt werden kann, denn wir haben in Gefäß- und Feldversuchen nachgewiesen (siehe Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie, Heft 707, 1914, S. 1025ff.), daß die Wirkung der Fangpflanzen dieselbe ist, wenn sie nach Kühnscher Art vernichtet oder nach unserer Methode mit Eisenvitriol zum Absterben gebracht werden, wobei die Wurzeln mit dem Boden in Zusammenhang bleiben können.

Um die Wirkung jeder einzelnen Fangpflanzensaat nach dem neuen Verfahren zahlenmäßig zu erfassen, stellten wir im Jahre 1917 folgenden Topfversuch an.

Am 16. Juni wurden 20 Töpfe (Höhe 14 cm, Durchmesser 17 cm) mit Nematodenerde gefüllt und davon 10 mit je 1 g Sommerrübsen, die anderen 10 mit je 1 g weißem Senf besät. Auflauf des Senfs am 18. Juni, des Rübsens am 19. Juni.

Am 6. Juli 1917 wurden alle oberirdischen Teile der Pflanzen durch Abschneiden entfernt und aus je 2 Rübsen- und Senftöpfen je 30 Pflanzen herausgenommen und deren Wurzeln vom 7. bis 10. Juli mikroskopisch auf Nematoden untersucht.

Es fanden sich:			
in 30 Rübsenpflanzen	a)	854	Nematoden
	b)	709	„
		1563	
„ 30 Senfpflanzen	a)	575	
	b)	1230	
		1805	„

Am 19. Juli 1917 wurden die Töpfe von neuem mit Rübsen und Senf bestellt. Auflauf am 23. Juli. Die Senftöpfe wurden sofort nach dem Auflaufen wieder abgeräumt, da der Aufgang ungleichmäßig war. Hierbei wurde auch die Erdschicht im Bereiche der kleinen Würzelchen mit entfernt. Am 26. Juli wurde eine Neusaat vorgenommen. Auflauf dieser Senfsaat am 29. Juli. Als Kontrolle zu den Rübsen- und Senftöpfen wurden je 2 Töpfe mit frischer Nematodenerde der ursprünglich gleichen Mischung mit Rübsen bezw. Senf bestellt. Nur dadurch war es möglich, brauchbare Vergleichszahlen zu erhalten, denn es ist natürlich nicht angängig, den Nematodenbefall von Fangpflanzen der ersten Ansaat mit demjenigen der in späterer Zeit ausgeführten zweiten Ansaat zu vergleichen, da beim Befall doch auch die Außenbedingungen gewichtig mitsprechen. Nur ein Vergleich der zu gleicher Zeit ausgeführten zweiten und ersten Ansaat ist zulässig.

Vom 7. bis 9. August 1917 wurden je 30 Pflanzen aus je zwei Töpfen der zweiten und ersten Rübsenansaat (Kontrolle) auf Nematoden untersucht und hierbei folgende Zahlen erhalten:

Zweite Ansaat	a)	146	Nematoden
	b)	149	"
		295	
Erste Ansaat (Kontrolle)	a)	249	"
	b)	287	"
		536	".

Bei den Restrübsentöpfen wurden die Pflanzen oberirdisch am 9. August abgeschnitten.

Die zweite Senfansaat mit den dazu gehörigen Kontrolltöpfen erster Ansaat wurden am 15. August mikroskopisch untersucht mit folgendem Ergebnis:

Zweite Ansaat auf 20 Pflanzen	a)	41	Nematoden
	b)	38	"
		79	"
Erste Ansaat (Kontrolle) . .	a)	91	"
	b)	145	"
		236	"

Am gleichen Tage wurden die Pflanzen in den Resttöpfen abgeschnitten.

Die dritte Senfansaat erfolgte am 1. September, Auflauf am 4. September. Die Untersuchung der Nematoden wurde am 25. und 26. September vorgenommen und hierbei folgende Zahlen gewonnen:

Dritte Ansaat auf 30 Pflanzen. . . .	a)	32	Nematoden
	b)	18	"
		50	Nematoden
Erste Ansaat (Kontrolle) auf 30 Pflanzen	a)	152	"
	b)	198	"
		350	Nematoden

Die dritte Rübsenansaat erfolgte am 1. Oktober 1917, Auflauf am 3. Oktober, die Untersuchung am 8. und 9. November. Es wurden hierbei gefunden:

auf 40 Pflanzen der dritten Ansaat	a)	25	Nematoden
	b)	17	"
		42	Nematoden
erste Ansaat (Kontrolle)	a)	439	"
	b)	381	"
		820	Nematoden

Zusammengefaßt war das Ergebnis des vorstehenden Topfversuches folgendes:

Bei Senf war bei der zweiten Ansaat die Zahl der Nematoden bei dem abgeänderten Fangpflanzenverfahren auf 33,4 % herabgedrückt worden, bei der dritten Ansaat auf 14,3 %.

Bei Sommerrübsen war bei der gleichen Ausführung die Zahl der Nematoden bei der zweiten Ansaat auf 55,0 % vermindert worden, bei der dritten Ansaat auf 5,1 %.

Das Abschneiden der Fangpflanzen ist mit dem Abtöten mittels Eisenvitriols biologisch gleichwertig. Wir haben ersteres bei den Topfversuchen nur deshalb gewählt, um Nebenwirkungen des Eisenvitriols auf die Topferde auszuschalten.

Diesen in den vorstehenden Versuchen ermittelten Tatbestand soll nun in den folgenden hier niedergelegten Versuchen die biologische Begründung gegeben werden. Die Fragestellung für diese Versuche lautete:

1. Findet in den Wurzeln der mit Eisenvitriol oberirdisch abgetöteten Pflanzen eine Weiterentwicklung der eingewanderten Nematoden bis zur Geschlechtsreife und Erzeugung von Eiern statt?
2. Wandern die noch im beweglichen Stadium befindlichen Larven aus den oberirdisch abgetöteten Pflanzen wieder aus?
3. Wandern in die Wurzeln der in ihren oberirdischen Organen abgetöteten Pflanzen noch weiterhin Nematoden ein?

Von der größten Wichtigkeit war naturgemäß die Frage 1, denn wenn die Entwicklung des Rübennematoden auch nach dem Absterben der oberirdischen Pflanzenteile ihren normalen Gang nehmen würde, dann wäre der Erfolg des neuen Verfahrens nicht erklärlich. Zur Lösung dieser Frage wurde Sommerrübsen am 6. Juni 1916 in Töpfe mit Nematodenerde eingesät und die entstandenen Pflänzchen dann nach einer bestimmten Zeit abgeschnitten, bezw. mittels einer 30 %igen Eisenvitriollösung zum Absterben gebracht. Hierauf wurden die Wurzeln vor ihrer gänzlichen Verrottung auf Nematoden untersucht, wobei den Entwicklungsstadien des Parasiten eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Die näheren Angaben sind in der Tabelle 3 ersichtlich, in der auch das Ergebnis niedergelegt ist.

Tabelle 3.

Tag der Untersuchung	Einsaat des Sommerrübsens am 6. Juni 1916:			
	Pflänzchen abgeschnitten am 17. Juni 1916 Auf je 5 Pflanzen:	Pflänzchen abgeschnitten am 24. Juni 1916 Auf je 5 Pflanzen:	Pflänzchen mit 30 %iger Eisenvitriollösung bespritzt am 23. Juni 1916 Auf je 5 Pflanzen:	Ohne Behandlung bis zum Tag der Untersuchung Auf je 5 Pflanzen:
	1. Versuchsreihe:			
3. u. 4. VII.	47 Nematoden	47 Nem., davon 11 ♂♂, 13 ♀♀*	40 Nem., davon 6 ♂♂, 4 ♀♀*	125 Nem., davon 19 ♂♂, 6 ♀♀
4. VII.	62 Nematoden, davon 6 ♂♂	61 Nem., davon 15 ♂♂, 15 ♀♀*	85 Nem., davon 14 ♂♂, 15 ♀♀	135 Nem., davon 47 ♂♂, 20 ♀♀ (davon 4*)
	2. Versuchsreihe.			
5. u. 6. VII.	46 Nematoden, davon 5 ♂♂	53 Nem., davon 5 ♂♂, 22 ♀♀*	51 Nem., davon 4 ♂♂, 17 ♀♀*	110 Nem., davon 18 ♂♂, 20 ♀♀ (5*)
6. u. 7. VII.	55 Nematoden	59 Nem., davon 1 ♂♂, 12 ♀♀*	73 Nem., davon 4 ♂♂, 7 ♀♀*	57 Nem., davon 3 ♂♂, 33 ♀♀ (davon 10*)

Zu der Ausführung des vorstehenden Versuches ist noch zu bemerken, daß die Pflänzchen im Parallelversuch zur Eisenvitriolbehandlung deshalb 1 Tag später abgeschnitten wurden, da die Wirkung der Bespritzung erst dann hervortrat.

Das * hinter den Weibchen (♀♀) besagt, daß die Tiere noch nicht voll entwickelt waren, also vor allem auch noch keine Eier in ihrem Innern erzeugt hatten. Einige dieser in der Entwickelung stehen gebliebenen Weibchen waren bereits tot, was aus der Gasbildung in ihrem Innern geschlossen werden konnte.

In dem vorstehenden Versuche hat keins der in den Wurzeln der abgeschnittenen Pflanzen vorhandenen Weibchen Eier erzeugt. Die Männchen waren voll entwickelt, und es darf angenommen werden, daß sie größtenteils auch frei geworden wären.

Um dafür eine sichere Grundlage zu gewinnen und zur Sicherung des im vorstehenden Versuche bezüglich der Weibchen erhaltenen Resultates wurde der Versuch mit sinngemäßer Abänderung wiederholt. Wir gingen hierbei in der Weise vor, daß wir Rübsenpflanzen nach einer gewissen Zeit ihrer Entwickelung mit den Wurzeln aus der Erde nahmen und von letzteren nach 30 Minuten langem Einlegen in Chloralhydrat-Jod 10 Stück auf Nematoden sofort untersuchten, während 20 andere Wurzeln in Petrischalen auf Agarplatten eingelegt wurden. Von letzteren wurden nach einigen Wochen wiederum 10 Stück bei Jodfärbung mikroskopisch untersucht. In dieser Weise war es möglich, einigermaßen sichere Grundlagen dafür zu gewinnen, ob eine Fortentwickelung der Nematoden noch nach dem Entfernen der oberirdischen Pflanzenteile statt hat. Das erhaltene Material ist in der nachstehenden Tabelle 4 niedergelegt.

Aus dem vorstehenden Versuche geht hervor, daß sich sowohl die Männchen als auch die Weibchen des Rübennematoden in den ihrer oberirdischen Organe beraubten Pflanzen eine Zeitlang weiterentwickeln.

Während die Männchen selbst bei frühzeitigem (11 Tage nach dem Auflaufen der Pflänzchen) Abschneiden der Pflänzchen, zu einer Zeit, in der geschlechtlich differenzierte Puppen noch nicht vorhanden sind, doch ihre Vollentwickelung erreichen und frei werden, werden Weibchen nach dem Abschneiden der Pflänzchen erst in der im Wachstum schon etwas weiter fortgeschrittenen Pflanze (19 Tage nach dem Auflaufen) gebildet, ohne daß diese jedoch die Geschlechtsreife erreichen. Bis zu letzterer gelangten jedoch die Weibchen in unserem Versuche nur dann teilweise, wenn das Abschneiden der Pflanzen zu einer Zeit erfolgt, in der bereits einige geschlechtsreife Weibchen vorhanden waren. In unserem Versuche war das 27 Tage nach dem Auflaufen der Pflänzchen der Fall.

Gegen die von uns gewählte Versuchsanordnung läßt sich einwenden, daß die Aufbewahrung der Wurzeln in Petrischalen auf Agarplatten nicht

Tabelle 4.

Einsaat des Rübsens: 26. Januar 1917.
Auflauf: 3. Februar 1917.

Laufende Nummer	1. Mikroskopische Untersuchung der Wurzeln von 10 Rübsenpflänzchen nach Jodfärbung								2. Mikroskopische Untersuchung von 10 auf Agarplatten in Petrischalen aufbewahrten Rübsenwurzeln nach Jodfärbung										
	Tag der Untersuchung	Zahl der Nematoden							Tag des Abschneidens der Pflanzen und Einlegens der Wurzeln in Petrischalen	Tag der Untersuchung	Zahl der Nematoden								
		Larven im beweglichen Stadium	Larven im parasitären Stadium	Larven in kurzer Flaschenform (nicht geschlechtlich differenziert)	♂ Puppen	♂ frei	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif			Larven im beweglichen Stadium	Larven im parasitären Stadium	Larven in kurzer Flaschenform (nicht geschlechtlich differenziert)	♂ Puppen	♂ frei an den Wurzeln	♂ auf der Agarplatte errechnet aus dem Bereiche von 20 Wurzeln	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif
1	14. II. 17	300		—	—	—	—	—	14. II. 17	13. III. 17	72	28	39	4	—	1	—	—
2	16. II. 17	351		—	—	—	—	—	16. II. 17	13. III. 17	72	37	42	—	1	0,5	—	—
3	18. II. 17	302		—	—	—	—	—	18. II. 17	13. III. 17	46	49	43	—	6	3,5	—	—
4	22. II. 17	336	173	—	—	—	—	—	22. II. 17	13. III. 17	82	90	53	4	5	4,5	10	—
5	26. II. 17	161	89	25	42	—	—	—	26. II 17	15. III. 17	58	88	24	10	16	24,0	21	—
6	2. III. 17	150	69	102	56	—	26	1	2. III. 17	16. III. 17	78	55	59	93	5	5,5	24	4
7	6. III. 17	51	57	88	123	—	24	7	6. III. 17	28. III. 17	77	30	37	18	3	7,5	33	11
8	10. III. 17	85	108	57	103	—	19	4	10. III. 17	28. III. 17	76	65	31	30	5	7	11	12*
9	14. III. 17	102	40	26	73	—	7	3	14. III. 17	28 III. 17	68	41	15	34	13	12	6	7*

*) Je 1 ♀ mit vereinzelten Eiern.

gut verglichen werden kann mit einer im festen Bodenverband verbleibenden Wurzel nach dem Abtöten der oberirdischen Pflanzenteile mittels Eisenvitriols. Wir erkennen ohne weiteres die Berechtigung einer derartigen Einwendung an, doch hat uns die Erfahrung gezeigt, daß die Verhältnisse für Wurzeln von jungen oberirdisch abgetöteten Rübsenpflänzchen im Boden weit ungünstiger liegen als auf den Agarplatten, woselbst sie sich Wochen lang intakt erhalten, während sie im Boden bald verrotten. Andere Bedingungen sind allerdings dann gegeben, wenn die Eisenvitriolbehandlung erst einsetzt, nachdem die Rübsenpflanzen bereits derartig erstarkt sind, daß ihre festeren Stengel dadurch nicht abgetötet werden. In diesem Falle müßte eine sofort einsetzende Gespannarbeit die Pflanzen vollkommen vernichten, wenn man auf einen Erfolg des Fangpflanzenverfahrens rechnen will, denn es ist anzunehmen, daß an solchen Pflanzen die bereits in Schwellung befindlichen Weibchen die Geschlechtsreife erreichen und schließlich auch Eier erzeugen.

Wenn wir uns die in der Tabelle 5 niedergelegten Untersuchungsergebnisse ansehen und damit die von Kühn aufgestellte Regel, daß die Fangpflanzen dann zu vernichten sind, wenn die ersten Männchen in ihrer Puppenhülle sichtbar sind, in Beziehung bringen, dann wäre im vorstehenden Falle der 26. Februar die geeignete Zeit (Laboratorium!) gewesen. Man darf nun aber nicht annehmen, daß am 2. März die richtige Zeit bereits verpaßt gewesen wäre, da jetzt schon geschlechtsreife Weibchen vorhanden waren, denn mit der Erlangung der Geschlechtsreife ist noch nicht die sofortige Erzeugung von Eiern verbunden, was daraus hervorgeht, daß von den geschlechtsreifen Weibchen der am 2. und 6. März abgeschnittenen Pflanzen kein einziges auf den Agarwurzeln Eier erzeugte. Erst an den Wurzeln der am 10. und 14. März abgeschnittenen Pflanzen traten auf den Agarplatten je 1 Weibchen mit vereinzelten (3—5) Eiern auf. Erst von dieser Zeitperiode ab wäre mit einem Mißerfolg beim Fangpflanzenverfahren zu rechnen gewesen, wenn die Pflanzen noch nicht vernichtet gewesen wären.

Weiter bedarf in unserer Tabelle 4 noch das Zurückgehen der Zahl der Männchen (Puppen und freie Individuen) bei der zweiten Untersuchung einer Erklärung. Wie wir beobachten konnten, ist die Lebensdauer der Männchen nur kurz, und die toten Tiere zerfallen auf dem Agar ziemlich rasch. In unmittelbarer Nähe der Wurzeln werden sie in diesem Zustand auf den Agarplatten nur schwer gesichtet und beim Einlegen der Wurzeln in die Chloralhydrat-Jodlösung auch teilweise abgeschwemmt. Ihre Zahl erscheint aus diesem Grunde auf den Agarplatten relativ um so geringer, je länger die Wurzeln auf dem Agar gelegen haben. Bei den Weibchen konnten wir einen derartigen Zerfall nicht beobachten. Ihre Hautdecke ist offenbar widerstandsfähiger. Bei unseren zukünftigen Untersuchungen soll dieser Umstand beachtet werden.

Aus der Tabelle 4 läßt sich ersehen, daß an jenen Pflanzen, deren oberirdische Teile zu einer Zeit entfernt wurden, als die Männchen anfingen, sich deutlich in ihren Puppen abzuzeichnen, keine Weibchen mit

Eiern entstanden, selbst wenn schon einige geschlechtsreife Weibchen vorhanden waren. In unserem Versuch lag diese Periode zwischen dem 26. Februar bis 6. März, also zwischen dem 23.—31. Tage nach dem Auflaufen des Rübsens. Später sind einige Weibchen mit wenigen Eiern aufgetreten, doch mögen diese Eier beim Abtöten der Pflanzen bereits angelegt gewesen sein.

Da für den Erfolg des neuen Fangpflanzenverfahrens es von entscheidender Bedeutung ist, ob die Weibchen an den oberirdisch abgetöteten Pflanzen noch zur Erzeugung von Eiern schreiten, wenn vorher schon geschlechtsreife Weibchen vorhanden waren, so wurde in dieser Richtung von uns ein größer angelegter Laboratoriumsversuch durchgeführt.

Am 27. Februar 1917 wurden 10 Töpfe mit Nematodenerde gefüllt und mit Sommerrübsen besät. Dieser lief am 4. März 1917 auf. Am 30. März wurden je 20 Pflanzen den Töpfen mit ungraden Zahlen und am 31. März je 20 Pflanzen den Töpfen mit graden Zahlen entnommen, die oberirdischen Teile abgeschnitten und die Wurzeln auf Agarplatten in Petrischalen gelegt. In dieser Zeit war ein Teil der vorhandenen Weibchen bereits geschlechtsreif. Die erste Untersuchung von je 10 Wurzeln der ersten Topfreihe erfolgte am 3. April 1917, die der zweiten am 5. April 1917. Die zweite Untersuchung der noch auf den Platten verbliebenen Wurzeln wurde etwa zwei Wochen später vorgenommen. Das Ergebnis dieses Versuches ist in der umstehenden Tabelle 5 niedergelegt.

Daraus geht hervor, daß in keinem einzigen Falle nach dem Entfernen der oberirdischen Pflanzenteile eine Fortentwicklung der geschlechtsreifen Weibchen bis zur Erzeugung von Eiern sich vollzogen hatte.

Offenbar ist die Erzeugung von Eiern in dem weiblichen Körper an eine reichliche Nahrungszufuhr gebunden, und diese Tatsache erklärt biologisch den Erfolg unseres neuen Fangpflanzenverfahrens, da nach dem Abtöten der oberirdischen Pflanzenteile die Nahrungszufuhr von in den Blättern verarbeiteter Pflanzennahrung für die Weibchen aufhört, selbst wenn die Wurzeln noch eine zeitlang intakt bleiben.

Eine weitere Fragestellung für unsere Versuche lautete: Wandern aus den Wurzeln der oberirdisch abgetöteten Pflanzen die noch im beweglichen Stadium befindlichen Nematoden wieder aus?

Die Betrachtung der Tabellen 4 und 5 ergibt, daß noch nach Wochen Nematodenlarven in beweglichem Stadium in den abgetöteten Pflanzen vorhanden waren, und weiterhin ergab die Beobachtung der beschickten Agarplatten, daß nur wenig Nematoden außerhalb der Wurzeln angetroffen wurden. Es hat sonach den Anschein, als ob eine Auswanderung der Nematoden aus Wurzeln selbst unter ungünstigen Verhältnissen nur in geringem Maße erfolgt. Diese Wahrnehmung verfolgten wir in den nachstehenden Versuchen.

Tabelle 5.

	Bei früherer Untersuchung											Bei späterer Untersuchung									
			Zahl der Nematoden										Zahl der Nematoden								
Topf-Nummer	Tag des Einlegens der Wurzeln in Petrischalen auf Agarplatten	Tag der Untersuchung	Larven im beweglichen Stadium	Larven im parasitären Stadium	Larven in kurzer Flaschenform	Puppen ♂	frei an der Wurzel ♂	frei auf der Platte ♂	bei beginnender Anschwellung ♀	geschlechtsreif ♀	mit Eiern ♀	Tag der Untersuchung	Larven im beweglichen Stadium	Larven im parasitären Stadium	Larven in kurzer Flaschenform	Puppen ♂	frei an der Wurzel ♂	frei auf der Platte ♂	bei beginnender Anschwellung ♀	geschlechtsreif ♀	mit Eiern ♀
1	30. 3. 17	3. 4. 17	69	91	59	264	4	—	17	16	—	17. 4. 17	—	92	76	16	67	87	10	30	—
2	31. 3.	5. 4.	53	140	90	237	—	—	51	18	—	20. 4.	19	92	106	39	14	18	30	10	—
3	30. 3.	3. 4.	69	111	76	157	—	—	35	10	—	17. 4.	—	60	62	23	24	30	42	26	—
4	31. 3.	5. 4.	57	197	103	224	1	—	62	47	—	20. 4.	28	95	137	31	13	16	32	24	—
5	30. 3.	3. 4.	72	121	74	145	—	—	14	8	—	17. 4.	4	58	39	32	8	9	28	30	—
6	31. 3.	5. 4.	38	164	60	224	16	12	60	21	—	21. 4.	71	149	173	30	39	24	35	44	—
7	30. 3.	3. 4.	125	167	185	196	—	—	34	8	—	16. 4.	9	162	74	14	62	48	44	16	—
8	31. 3.	5. 4.	175	288	185	235	2	2	44	9	—	21. 4.	67	110	156	21	10	12	22	21	—
9	30. 3.	3. 4.	98	89	29	91	—	—	26	2	—	16. 4.	10	101	56	9	30	33	24	14	—
10	31. 3.	5. 4.	274	269	94	122	—	—	38	—	—	21. 4.	72	40	69	7	6	3	13	7	—

Am 6. Januar 1919 wurden acht Töpfe, die mit Nematodenerde gefüllt waren, mit Winterrübsen eingesät und am 21. Januar beginnend bis zum 24. Januar an jedem Tage je 20 Pflänzchen mit Wurzeln aus den Töpfen herausgenommen und die abgeschnittenen Wurzeln in vorher auf 90 ° C. erhitzt gewesenen feuchten Sand eingelegt. Zur Kontrolle wurden weitere 20 Pflanzen zur gleichen Zeit der Erde entnommen und deren Wurzeln in eine zweiprozentige Formaldehydlösung eingelegt. Sämtliche Wurzeln waren auf eine Länge von 4 cm gekürzt. In den in Sand eingelegten Wurzeln wurde nach je sechs Tagen die Zahl der Nematoden mikroskopisch festgestellt, darauf auch die Zahl der Nematoden der in Formaldehydlösung liegenden Kontrollwurzeln. Das Ergebnis findet sich in der nachstehenden Tabelle 6.

Tabelle 6.

Nr.	Tag der Herausnahme der Wurzeln bezw. des Einlegens in Sand	Tag der Untersuchung der umgebetteten Wurzeln aus dem Sand	Zahl der Nematoden in 20 Wurzeln	Mittel	Zahl der Nematoden aus den in Formaldehydlösung liegenden Kontrollwurzeln	Mittel
1a b	21. 1. 19	27. 1. 19	Wurzeln verfault 86	86	119 86	102,5
2a b	22. 1. 19	28. 1. 19	57 173	115	189 89	139
3a b	23. 1. 19	29. 1. 19	98 154	126	149 194	171,5
4a b	24. 1. 19	30. 1. 19	128 173	150,5	211 138	174,5

Wir ersehen aus dem vorstehenden Versuch, daß die Mittelzahlen der Nematoden in den Kontrollwurzeln in allen Fällen größer war als in den Sandwurzeln. Da jedoch diesem Versuche nur dann eine Beweiskraft zuerkannt werden kann, wenn er auf einer breiteren Basis steht, so haben wir ihn in der gleichen Weise am 6. Februar 1919 wiederholt. Die Pflänzchen wurden hier am 18. bis 21. März 1919 den Rübsentöpfen entnommen und die auf 4,5 cm Länge zugeschnittenen Wurzeln in vorher auf 90 ° C. erhitzt gewesenen feuchten Sand eingebettet. Die Untersuchung auf Nematoden erfolgte auch hier nach sechs Tagen. Die näheren Angaben finden sich in der nachstehenden Tabelle 7.

Auch dieser Versuch schloß mit dem gleichen Ergebnis ab. Wir können aus den Zahlen der Tabellen 6 und 7 entnehmen, daß von den einmal in die Wurzeln eingewanderten Nematoden unter für sie ungünstigen Verhältnissen doch immerhin eine recht merkliche Anzahl wieder auswandert. Diese Zahl wird allerdings teilweise wieder ausgeglichen durch die nach der Abtötung der

Tabelle 7.

Nr.	Tag der Herausnahme der Wurzeln bezw. des Einlegens in Sand	Tag der Untersuchung der umgebetteten Wurzeln aus dem Sand	Zahl der Nematoden in 20 Wurzeln	Mittel	Zahl der Nematoden aus den in Formaldehydlösung liegenden Kontrollwurzeln	Mittel
1a b	12. 3. 19	18. 3. 19	919 717	818	1377 1199	1288
2a b	13. 3. 19	19. 3. 19	950 761	855,5	1238 1078	1158
3a b	14. 6. 19	20. 3. 19	664 934	799	1099 801	950
4a b	15 3. 19	21. 3 19	746 732	739	1111 849	980

oberirdischen Pflanzenteile noch weiter in die Wurzeln einwandernden Nematoden, wie wir im Nachstehenden sehen werden.

Es sollte nach unserer dritten Fragestellung nämlich ermittelt werden, ob in die Wurzeln der oberirdisch abgetöteten Pflanzen auch noch weiterhin Nematoden einwandern?

Zur Beantwortung dieser Frage wurde von uns folgender einfacher Versuch in öfterer Wiederholung angestellt. Erde wurde eine Stunde lang mit Heißluft bei 90 ° C. sterilisiert. In diese Erde wurde am 28. September 1916 Rübsen eingesät. Am 22. Januar 1917 wurden die Pflänzchen aus der Erde herausgenommen und nach Entfernung der oberirdischen Organe in kleinen Bündeln in Nematodenerde eingelegt. Die Untersuchungen am 29. Januar 1917 und am 2. Februar 1917 fielen negativ aus. Es mögen in der Erde erst wenige Larven vorhanden gewesen sein.

Der vorstehende Versuch wurde am 2. Februar 1917 wiederholt, nachdem die Pflanzerde vorher vorsichtshalber nochmals mittels Heißluft auf 90 ° C. erhitzt worden war. Am 19. Februar wurden Pflanzen aus dieser Erde herausgenommen, abgeschnitten und in Nematodenerde eingelegt. Die erste mikroskopische Untersuchung erfolgte am 21. Februar. In sechs Wurzeln wurden hierbei in einem Falle elf Nematodenlarven, in einem anderen sogar deren 24 gefunden.

Am 21. Februar 1917 waren die nematodenfreien Töpfe nach vorhergegangener Heißluftbehandlung wieder mit Rübsen bestellt worden. Die Pflänzchen wurden am 6. März 1917 nach dem Abschneiden wieder in Nematodenerde gelegt, nachdem sie vorher frei von Nematoden befunden worden waren. Die erste Kontrolle am 9. März fiel negativ aus, die zweite am 15. März ergab auf acht Wurzeln 13 Larven.

Wiederholt wurde dieser Versuch zum letzten Male beginnend am 20. März 1917; Pflänzchen in Nematodenerde am 17. April. Am 23. April wurden in 50 Wurzeln sechs Nematodenlarven gefunden.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß auch nach dem Entfernen der oberirdischen Organteile noch eine Zeitlang die Nematoden weiter in die Wurzeln einwandern.

Bei unseren Feldversuchen mit Fangpflanzen erschien uns die Frage der Menge des erforderlichen Rübsensamens noch nicht genügend geklärt. Man neigte dazu, anzunehmen, daß eine Fangpflanze bei sehr dichtem Stand eine geringere Zahl von Nematoden in sich aufnehmen würde, als bei weiterem Standraum, da im letzteren Falle ihr ja ein größerer Nematodenbereich zur Verfügung zu stehen schien, besonders dann, wenn die Wurzeln taktisch die Nematoden zu beeinflussen imstande wären.

Um diese Fragen einer Lösung zuzuführen, wurden von uns je zwei Töpfe (16 cm Durchmesser) am 27. Februar 1917 mit je $^1/_8$, $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$ und 1 g Sommerrübsen bestellt und aus den a-Töpfen am 30. März 1917, aus den b-Töpfen am 31. März 1917 je 20 Pflanzen herausgenommen und nach kurzer Aufbewahrung auf Agarplatten auf Nematoden untersucht. In 40 Pflanzen wurden hierbei festgestellt:

In	den	$^1/_8$ g	Töpfen	1626	Nematoden
„	„	$^1/_4$ g	„	1493	„
„	„	$^1/_2$ g	„	1902	„
„	„	$^3/_4$ g	„	1792	„
„	„	1 g	„	1815	„

Dieser Versuch wurde im Frühjahr 1918 wiederholt. Blumentöpfe von 16 cm Durchmesser wurden mit vorher gut durchmischter Nematodenerde gefüllt und am 24. Mai mit verschiedenen Mengen von Sommerrübsen bestellt, und zwar je zwei Töpfe mit $^2/_{10}$, $^4/_{10}$, $^6/_{10}$, $^8/_{10}$ und 1 g Samen. Am 20. Juni 1918 wurden aus jedem Topfe 20 Pflanzen herausgenommen, alle Wurzeln durch Abschneiden der Spitzen auf eine Länge von 4,5 cm gebracht und am 21. und 22. Juni mikroskopisch die Zahl der Nematoden ermittelt.

In	den	$^2/_{10}$ g	Töpfen	a) 533 b) 447	980	Nematoden
„	„	$^4/_{10}$ g	„	a) 440 b) 720	1160	„
„	„	$^6/_{10}$ g	„	a) 371 b) 225	596	„
„	„	$^8/_{10}$ g	„	a) 278 b) 117	395	„
„	„	1 g	„	a) 230 b) 175	405	„

In gleicher Weise wie oben wurden Töpfe vorbereitet und am 1. August 1918 mit Winterrübsen besät, je zwei Töpfe mit $^2/_{10}$, $^4/_{10}$, $^6/_{10}$, $^8/_{10}$ und 1 g Samen. Am 17. August wurden jedem Topf 20 Wurzeln entnommen, diesen gleiche Länge (4,5 cm) gegeben, in zweiprozentige Formaldehydlösung gelegt und dann die Zahl der in den Wurzeln befindlichen Nematoden mikroskopisch ermittelt.

		Nematoden
In den $^2/_{10}$ g Töpfen	a) 610 b) 744	1354 Nematoden
„ „ $^4/_{10}$ g „	a) 546 b) 772	1318 „
„ „ $^6/_{10}$ g „	a) 470 b) 566	1036 „
„ „ $^8/_{10}$ g „	a) 594 b) 635	1229 „
„ „ 1 g „	a) 454 b) 599	1053 „

Ein dritter Versuch im Jahre 1918, der genau wie vorher durchgeführt wurde — die Töpfe wurden besät am 23. November 1918, Serie a der Wurzeln herausgenommen am 16. Dezember, Serie b am 19. Dezember — ergab folgendes Resultat:

		Nematoden
In den $^2/_{10}$ g Töpfen	a) 1270 b) 927	2197 Nematoden
„ „ $^4/_{10}$ g „	a) 1101 b) 1165	2266 „
„ „ $^6/_{10}$ g „	a) 820 b) 1159	1979 „
„ „ $^8/_{10}$ g „	a) 957 b) 768	1725 „
„ „ 1 g „	a) 858 b) 874	1732 „

Wenn wir die Zahlen der drei Versuche aus dem Jahre 1918 zusammenfassen, so wurden gefunden in je einer Wurzel:

In den $^2/_{10}$ g Töpfen	37,8 Nematoden
„ „ $^4/_{10}$ g „	39,5 „
„ „ $^6/_{10}$ g „	30,1 „
„ „ $^8/_{10}$ g „	27,8 „
„ „ 1 g „	26,4 „

Die Zahl der Pflanzen im Mittel betrug:

In den $^2/_{10}$ g Töpfen	33
„ „ $^4/_{10}$ g „	76
„ „ $^6/_{10}$ g „	111,5
„ „ $^8/_{10}$ g „	136
„ „ 1 g „	161

Es wurden danach im Mittel durch Fangpflanzen aufgenommen:

In den $^2/_{10}$ g Töpfen	1247,4 Nematoden
„ „ $^4/_{10}$ g „	3002,0 „
„ „ $^6/_{10}$ g „	3356,2 „
„ „ $^8/_{10}$ g „	3780,8 „
„ „ 1 g „	4250,4 „

Aus diesen unseren Ergebnissen geht hervor, daß die Stärke der Einwanderung der Nematoden je Pflanze nur in geringem Maße durch die Dichte der Saat beeinflußt wird, woraus man gleichzeitig den Schluß ziehen kann, daß die taktische Kraft der Rübsenwurzeln auf die Nematoden, wenn eine solche überhaupt vorhanden ist, nur auf eine sehr geringe Entfernung zur Wirkung kommt.

Wenn also eine Fangpflanze in weiterem Bestande nicht viel mehr Nematoden aufnimmt als in dichtem Stande, so ergibt sich daraus für die Praxis die Lehre, den Boden des zu entseuchenden Feldes mit einer möglichst dichten Saat von Fangpflanzen gleichmäßig, also in Breitsaat und nicht in Drillsaat, zu überdecken.

Kühn hält 38—40 kg Rübsensamen je ha für ein angemessenes Saatquantum. Bei Zwischensaat ist diese Menge nach unseren Erfahrungen noch etwas zu hoch; man sollte hier nicht über 30 kg hinausgehen. Dagegen wird sich bei ausschließlicher Rübseneinsaat eine Erhöhung des Saatquantums auf mindestens 50 kg empfehlen, da dadurch der Fangpflanzenerfolg entsprechend steigt.

Wenn wir hier der Breitsaat das Wort reden, so geschieht es noch aus einem anderen Grunde. Die Abtötung der Pflänzchen mit Eisenvitriol ist bei Drillsaat meist mangelhaft, da hier die Pflanzen sich gegenseitig schützen. Die Breitsaat gibt weit bessere Ergebnisse auch in dieser Hinsicht. Man verstehe uns aber nicht falsch. Wir empfehlen die Breitsaat nur für diesen Spezialzweck, keineswegs aber für den allgemeinen landwirtschaftlichen Pflanzenbau, wo diese Saatmethode gegenüber der Drill- und Dippelsaat erhebliche Nachteile besitzt.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. Bei der Bekämpfung des Rübennematoden (Heterodera Schachtii) kann statt der Vernichtung der Fangpflanzen durch die zahlreichen und kostspieligen Gespannarbeiten nach Kühn auch mit Erfolg deren Abtötung mittels einer 30°/₀igen Lösung von Eisenvitriol oder einem andern Unkrautbekämpfungsmittel bewirkt werden.

2. Bei Anwendung der Eisenvitriollösung ist es möglich, die erste Fangpflanzensaat in die Getreidevorfrucht zu legen. Zwei Fangpflanzensaaten folgen dann nach der Ernte.

3. Die Wirkung des neuen Vernichtungsverfahrens mittels Eisenvitriols beruht nach unseren Versuchen darauf, daß nach dem rechtzeitigen Abtöten der oberirdischen Pflanzenorgane wohl noch eine kurzdauernde Weiterentwicklung der Nematoden innerhalb der im Bodenverband verbleibenden Wurzeln statthat, die bei den Männchen sogar bis zum Freiwerden aus den Puppenhüllen führt, bei den Weibchen aber bei rechtzeitiger Anwendung des Verfahrens es niemals zur Eierentwicklung kommen läßt.

4. Von den in eine Pflanze eingewanderten Nematoden wandert ein Teil nach dem Abtöten der oberirdischen Organe wieder aus. Doch wird dieser Nachteil dadurch größtenteils wieder aufgehoben, daß nach dem Entfernen der oberirdischen Pflanzenteile in den folgenden Tagen noch weiterhin Nematoden in die Wurzeln einwandern.

5. Die zahlenmäßige Größe der Einwanderung der Nematoden je Pflanze wird nur in mäßigem Grade durch die Dichte der Saat beeinflußt, woraus sich für die Praxis die Lehre ergibt, einen möglichst dichten und gleichmäßig verteilten Fangpflanzenbestand zu erstreben unter Anwendung der Breitsaat und nicht der Drillsaat.

Mitteilung der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten,
Halle a. S.

1920. Nr. 2.

Versuche zur Ermittlung des Einflusses äusserer Faktoren auf das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden (Heterodera Schachtii *A. Schmidt*).

Von

Dr. E. Molz.

(Hierzu Tafel XIII—XV und 2 Textabbildungen.)

A. Einleitung.

Die ausgezeichneten Ergebnisse der Chromosomenforschung geben uns einen tiefen Einblick in die verwickelten Vorgänge der Geschlechtsbildung innerhalb des Eies. Auf Grund des Standes unserer gegenwärtigen Erkenntnis müssen wir annehmen, daß die erste Entscheidung über das Geschlecht in der Konstitution der Kerne der Geschlechtszellen begründet ist. Fast alle reifen Eier sind in dem Chromatinbestand ihrer Kerne gleichartig, homogametisch, während die Spermatozoen fast immer verschiedenartig, heterogametisch, veranlagt sind. Die geschlechtliche Differenzierung eines Eies wird demnach durch die Spermatozoen bewirkt, bei denen in dem einen Falle die weibliche, in dem andern die männliche Tendenz vorwiegt.

Sowohl die zytologischen Resultate wie auch die Auslegung der Geschlechtsvererbung auf Grundlage der Mendelschen Regeln führen zu einer Geschlechtsnorm, die sich in dem Verhältnis 50:50 ausspricht. In der Tat ist dieses Geschlechtsverhältnis bei sehr vielen Tier- und Pflanzenarten, wenn auch mit kleinen Abänderungen, statistisch festgestellt worden.

In manchen Fällen sind diese Abänderungen aber so groß, daß eine gänzliche Verschiebung des normalen Geschlechtsverhältnisses entsteht. Die hierbei wirksamen Einflüsse scheinen in den meisten Fällen trophischer Natur zu sein, sie gehen also vom Protoplasma aus, das unter dem Einfluß äußerer Faktoren steht. Damit treten wir in das viel umstrittene Gebiet der willkürlichen Geschlechtsbestimmung ein.

Die reichhaltige einschlägige Literatur über das Sexualitätsproblem wird hier nicht historisch abgehandelt, zumal diese erst vor einigen Jahren von R. Hertwig[1]) zusammengestellt und kritisch besprochen wurde. Es soll deshalb sogleich mit der Niederlegung der eignen Versuche begonnen werden.

[1]) Biologisches Zentralblatt, Bd. 32, 1912, S. 1 ff.

Bei unseren zahlreichen Versuchen mit dem Rübennematoden (Heterodera Schachtii *A. Schmidt*) wurde man, ich möchte sagen, fast unwillkürlich zu Beobachtungen und Versuchen über das häufig sehr wechselnde Geschlechtsverhältnis hingedrängt. Bereits ohne zahlenmäßige Feststellung ließen sich in vielen Fällen diese Unterschiede erkennen.

Es erregt einigermaßen Befremden, daß Kühn, der sich doch auch sehr eingehend mit dem Rübennematoden beschäftigt hat, dem Geschlechtsverhältnis des Parasiten keine weitere Beachtung geschenkt hat. Offenbar stand dieser Forscher in dieser Frage ganz unter dem Eindruck der Ergebnisse seines Schülers Heyer, der glaubte, in seiner in gewisser Beziehung ohne Zweifel wertvollen Arbeit [1]) den Nachweis erbracht zu haben, daß bei den Pflanzen die äußeren Verhältnisse ohne jeglichen Einfluß auf die Entstehung des Geschlechtes sind.

Über das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden findet sich in der einschlägigen Literatur nur eine aus dem Jahre 1888 stammende Angabe von Strubell [2]). Dieser sagt: „während der Fortpflanzung ist das numerische Verhältnis von Mann und Weib dasselbe, man trifft dann beide in gleicher Zahl.“ Wir werden aus den nachstehenden Versuchen ersehen, daß diese Angabe bei der Heterodera auf Zuckerrüben selbst unter normalen Verhältnissen im Sommer der Wirklichkeit nur in wenigen Fällen entspricht. Wir werden aber aus diesen Versuchen weiter erkennen, daß das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden durch trophische Einflüsse der verschiedensten Art sehr tiefgreifend beherrscht wird.

In der üblichen Weise wird in den nachstehenden Ausführungen das Geschlechtsverhältnis derart ausgedrückt, daß die Zahl, die das Verhältnis angibt, die Zahl der Männchen in Prozenten zur Zahl der Weibchen darstellt. Ein Geschlechtsverhältnis 150 bedeutet also beispielsweise, daß auf 100 Weibchen 150 Männchen kommen.

Im allgemeinen wurde bei diesen Versuchen in der Weise vorgegangen, daß Nematoden-Wirtspflanzen in nematodenhaltiger Erde unter verschiedenartigen äußeren Einwirkungen herangezogen wurden, worauf nach einer bestimmten Zeit eine mikroskopische Untersuchung der in die Wurzeln eingewanderten Nematoden unter Zuhilfenahme von Chloralhydrat-Jod vorgenommen wurde. Die geeignetste Zeit für die Untersuchung war kurz vor dem Freiwerden der ersten Männchen aus der Puppenhülle. Sobald die Zahl der noch nicht deutlich geschlechtlich differenzierten Tiere in Flaschenform die Zahl der männlichen Puppen sehr stark überwiegt, ist die Untersuchung verfrüht. Haben bereits zahlreiche Männchen die Puppenhülle verlassen, dann ist der geeignete Zeitpunkt bereits vorüber.

Durch wiederholte Untersuchung der Versuchspflanzen mußte der richtige Zeitpunkt, der für einwandfreie Resultate entscheidend ist, ermittelt werden. War er gekommen, so wurden die Pflanzen mit den

[1]) Berichte des landw. Instituts der Universität Halle, H. 5, 1884.

[2]) Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Rübennematoden. Cassel 1888, S. 47.

Wurzeln, unter Anwendung einer besonders für diesen Zweck ausgearbeiteten Schlämmethode, herausgenommen, und die von einer bestimmten Zahl Pflanzen abgeschnittenen Wurzeln in Petrischalen auf Agarplatten (1,5 %) gelegt. Das geschah zu dem Zwecke, um bei etwas zu frühzeitigem Herausnehmen einesteils eine Fortentwicklung der Geschlechter zu ermöglichen, andernteils um etwa freiwerdende Männchen zahlenmäßig erfassen zu können.

Bei einigen der mikroskopischen Untersuchungen war die derzeitige Assistentin, Fräulein Gilbert, die vorher darin sorgfältig ausgebildet war, behilflich, da es anders nicht möglich gewesen wäre, das umfangreiche Material rechtzeitig zu bewältigen. Ich nehme Veranlassung, ihr auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

Beim Rübennematoden wandern bekanntlich die noch nicht geschlechtlich differenzierten Larven in die Wurzeln ihrer Wirtspflanzen ein, woselbst erst die Geschlechtsbildung erfolgt. Die Scheidung der Geschlechter macht für den weniger Geschulten in dem ersten Stadium der Differenzierung einige Schwierigkeiten. Bei den nachstehenden zahlenmäßigen Ermittlungen wurden die Männchen in der Puppe nur dann als solche gekennzeichnet, wenn das Zurückziehen des Tieres von der Wand der Puppenhülle durch eine Trennungslinie, wenn auch nur in Andeutung, augenscheinlich wurde. In Zweifelsfällen wurden die Tierchen den noch nicht geschlechtlich differenzierten zugeteilt.

B. Einfluß der Düngung.

Es ist eine bisher ungeklärte Erscheinung, daß in stark, besonders mit stickstoffhaltigen Stoffen, gedüngten Rübenfeldern der Rübennematode häufig besonders zahlreich anzutreffen ist. So konnte ich in Rheinhessen diesen Parasiten vor vielen Jahren vorwiegend auf den Samenbeeten zur Heranziehung von Pflanzfutterrüben in großer Zahl feststellen, selbst wenn diese Beete keine nematodenfreundliche Vorfrucht gehabt hatten. Diese Anzuchtbeete werden von den Landwirten besonders stark mit Mist und Jauche gedüngt. Auf den Rübenfeldern war der Parasit in Rheinhessen damals noch nicht gerade häufig.

Auf der Azoreninsel S. Miguel traf ich den Rübennematoden in größerer Zahl nur auf solchen Feldern, die vorher als Viehpferch (curral) gedient hatten. Und in unseren Versuchsfeldern fand ich diesen Schädling an Rüben in der Nähe eines Rübenblätterkompostes in vorher nie gesehener Zahl.

Vor einigen Jahren beklagte sich ein Landwirt in Wallwitz, daß nun auch der Rübennematode in seinen Feldern aufgetreten sei. Er führte mich dann zu einer Stelle im Angewende, woselbst im vorhergehenden Winter mehrere Monate lang ein großer Misthaufen gelagert hatte. Die Rüben waren dort üppig entwickelt, zeigten aber an ihren Wurzeln zahlreiche Nematoden. Nirgends sonst auf diesem Plane konnte der Schädling festgestellt werden. Das ist übrigens unter Beachtung der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit ein Schulbeispiel zur Erklärung der Tatsache,

daß die Nematodenkrankheit häufig in den Angewenden stärker auftritt als in den übrigen Teilen des Feldes.

So wie hier dieser Schädling innerhalb eines engeren Bezirkes nur in stark gedüngten Feldern in großer Menge anzutreffen ist, so können wir in gleicher Weise seine starke Ausbreitung in Deutschland vorwiegend in jenen Bezirken feststellen, die sich durch einen ausnehmend hohen Stickstoffverbrauch auszeichnen. In letzter Hinsicht tritt besonders die Provinz Sachsen heraus, die vor dem Kriege etwa ein Viertel des gesamten Stickstoffdüngers Deutschlands in Anspruch nahm. Die Provinz Sachsen ist bekanntlich nun aber auch das Land, das die meisten infolge Nematodenbefalls rübenmüden Böden besitzt.

Zwischen der Düngung des Bodens und der Zahl der Rübennematoden müssen demnach gewisse Beziehungen bestehen. Man ist geneigt, diese in einer direkten Begünstigung der Einwanderung in stark mit Stickstoff gedüngte Pflanzen zu suchen. Die Ergebnisse der von H. C. Müller und mir[1]) in dieser Hinsicht vorgenommenen Untersuchungen beantworten diese Frage aber im verneinenden Sinne. Es ließ sich bei den zahlreich zur Durchführung gekommenen mikroskopischen Untersuchungen keine sofortige Erhöhung der Befallstärke in mit Chilesalpeter oder schwefelsaurem Ammoniak gedüngten Böden feststellen.

Dieses Resultat steht scheinbar im Widerspruch mit der von mir allgemein gemachten makroskopischen Beobachtung des numerisch stärkeren Auftretens des Rübennematoden in stark mit stickstoffhaltigen Stoffen gedüngten Feldern. Der Schlüssel liegt in der Beobachtungstechnik. Hier das nicht bewaffnete Auge, dort die Auszählung mittels des Mikroskopes. In dem ersteren Falle werden nur die auch so wahrnehmbaren Weibchen gesichtet, in dem zweiten neben den Larven beide Geschlechter. Wenn nun das unbewaffnete Auge, das nur die Weibchen erfaßt, ein zahlenmäßig starkes Überwiegen des Rübennematoden in stickstoffhaltigen Böden feststellt, während mikroskopisch ein anderes Bild gewonnen wird, das uns gleiche Zahlengrößen zeigt, so ergibt sich daraus der Schluß, daß in den stickstoffreichen Böden die Zahl der Weibchen relativ größer sein muß als in nährstoffärmeren Vergleichsböden. Wie wir sehen werden, wird diese induktiv gewonnene Erkenntnis deduktiv durch die Resultate der in dieser Richtung angestellten Versuche bestätigt.

Versuch 1.

Aus der Nähe eines Rübenblätterkompostes wurde im Februar 1917 nematodenhaltige Erde entnommen und in Tontöpfe von 14 cm Höhe und 16 cm oberem Durchmesser unter folgenden Variationen eingefüllt:

1. Nematodenerde.
2. Dieselbe Nematodenerde wie 1, doch vor der Bestellung zwei Wochen in Wasser ausgelaugt.
3. Nematodenerde + dieselbe durch Erhitzen nematodenfrei gemachte Erde im Verhältnis 1 : 1.

[1]) Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zucker-Industrie 1914, H. 707, S. 959—1050.

4. Nematodenerde + verrotteter Rübenblätterkompost im Verhältnis 1 : 1.

Für jeden Einzelversuch wurden zwei Töpfe hergerichtet und am 5. April 1917 mit je 1 g Sommerrübsen bestellt. Auflauf am 12. April. Am 7. Mai wurden beiden Töpfen jedes Einzelversuches 60 Pflanzen entnommen, und die abgeschnittenen Wurzeln in Petrischalen auf Agarplatten gelegt.

Die mikroskopische Untersuchung wurde in der Zeit vom 9. bis 16. Mai vorgenommen. Sie ergab das in der nachstehenden Tabelle 1 verzeichnete Resultat.

Tabelle 1.

Nummer	Behandlung	Zahl der Nematoden in je 60 Rübsenwurzeln								Geschlechtsverhältnis
		Larven im beweglichen und unbeweglichen Zustande	Larven in Flaschenform	♂ Puppen	♂ frei	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif	♀ mit Eiern	Gesamtzahl	
1	Unbehandelte Nematodenerde . . .	745	381	1220	140	134	116	0	2736	544
2	Dieselbe Erde wie 1, vorher ausgewässert	871	893	1112	77	133	84	1	3171	545
3	Nematodenerde + nematodenfreie Erde 1 : 1 . . .	480	734	790	118	98	100	0	2320	459
4	Nematodenerde + verrotteter Rübenblätterkompost 1 : 1	642	583	973	72	167	146	4	2587	330

Aus den vorstehenden Zahlen läßt sich ersehen, daß infolge der Wasserauslaugung des Bodens eine Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses nicht eingetreten ist. Es mag sein, daß infolge der nachwinterlichen Entnahme des Bodens dieser nur geringe Mengen an löslichen Stickstoffverbindungen enthielt. Dagegen finden wir ein recht markantes Herabsinken der Zahl für das Geschlechtsverhältnis nach einer starken Düngung des Bodens mit verrottetem Rübenblätterkompost. In gleicher Weise wie der Stand der Pflanzen üppiger wurde (vergl. Tafel I, Abb. 1.), verminderte sich relativ die Zahl der Männchen, vermehrte sich die Zahl der Weibchen.

Die Düngung mit Rübenblätterkompost hat also die Entstehung des weiblichen Geschlechtes des Rübennematoden in Rübsenwurzeln deutlich gefördert.

Mit diesem Ergebnis im Einklang steht eine nur die Weibchen erfassende Lupenauszählung der Nematoden vom 4. bis 6. November 1913, bei der auf 10 wahllos aus einer mit Rübenblättern stark gedüngten Parzelle entnommenen Zuckerrüben 4533 Nematoden festgestellt wurden, während auf 10 nahezu gleichgroßen Rüben aus einer unbehandelten Parzelle mit der Lupe nur 1664 Nematoden-Weibchen gezählt wurden.

Versuch 2.

Ein ähnlicher Versuch wie der vorstehende wurde daran anschließend mit Zuckerrüben durchgeführt. Am 13. Juli 1917 wurde unserem Nematoden-Versuchsfeld bei Halle Erde entnommen und für den Versuch wie folgt hergerichtet: Gedüngte Nematodenerde, bestehend aus 6 Teilen nematodenhaltiger Erde, 3 Teilen Rübenblätterkompost und 1 Teil schwach verrottetem, fein zerriebenem und abgesiebtem Pferdemist. Als Kontrolle dazu: ungedüngte Nematodenerde, bestehend aus 6 Teilen Nematodenerde und 4 Teilen der gleichen Erde, die durch Erhitzen auf 80° C nematodenfrei gemacht worden war.

Mit jeder dieser Erdmischungen wurden vier Tontöpfe von der im Versuch 1 geschilderten Größe gefüllt und am 20. Juli mit Zuckerrübensamen bestellt. Dieser lief am 26. Juli auf. Die jungen Pflänzchen wurden am 30. Juli in der Weise verzogen, daß jedem Topf 60 Pflanzen belassen wurden. Diesem Verziehen war bereits am 28. Juli ein Auslichten vorausgegangen.

Die Untersuchung der Wurzeln wurde in beiden Serien vom 10. bis 14. August bei sorgfältigster Verteilung des Materials vorgenommen. Es wurden hierbei folgende Zahlen gewonnen:

Tabelle 2.

Nummer	Behandlung	Zahl der Nematoden in je 90 Zuckerrübenwurzeln								Geschlechtsverhältnis
		Larven in beweglichem und nicht beweglichem Stadium	Larven in Flaschenform	♂ Puppen	♂ frei	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif	♀ mit Eiern	Gesamtzahl	
1	6 Teile Nematodenerde + 4 Teile nematodenfreie Erde	443	245	1205	35	567	625	viele	3120	104
2	6 Teile Nematodenerde + 3 Teile Rübenblätterkompost + 1 Teil mäßig verrotteter Pferdemist	215	165	305	22	433	198	0	1338	52

Aus dem vorstehenden Versuch geht in Übereinstimmung mit Versuch 1 hervor, daß durch die Düngung mit Kompost und Pferdemist die Zahl für das Geschlechtsverhältnis herabgedrückt wurde, oder mit anderen Worten: Die Düngung der Zuckerrüben mit Kompost und verrottetem Pferdemist hat die Entstehung des weiblichen Geschlechts begünstigt.

Im vorliegenden Falle mag bei der Entstehung des Geschlechtsverhältnisses in den gedüngten Töpfen auch noch die geringere Zahl der in die einzelnen Pflanzen eingewanderten Nematoden mit beigetragen haben, da dadurch die Ernährungsverhältnisse für das Einzeltier sich besser gestalten.

Bei der Versuchsnummer 2 wurden bereits zahlreiche Nematoden mit Eiern festgestellt. In solchen Fällen darf man annehmen, daß schon

eine größere Anzahl Männchen frei geworden ist. In Wirklichkeit wird also das Überwiegen der Männchen in den ungedüngten Töpfen noch größer gewesen sein.

Versuch 3.

Es entstand nun die Frage, welchen Einfluß hat eine abnorm starke Überdüngung mit stickstoffhaltigen Stoffen auf das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden. Zur experimentellen Beantwortung dieser Frage wurde folgender Versuch durchgeführt.

Die im Versuch 2 benutzte Erde wurde hier nochmals verwandt, doch den gedüngten Töpfen noch weitere zwei Hände voll von mäßig verrottetem Pferdemist beigemischt. Diese Erde bestand jetzt etwa zu $^1/_4$ aus Pferdemist. Das geschah am 6. September 1917. Am gleichen Tage wurden je vier Töpfe der beiden Erdmischungen mit Zuckerrübensamen bestellt, der bereits am 10. September auflief. Am 17. September wurden die Rübenpflänzchen auf je 60 Stück je Topf verzogen.

Es sei hier bemerkt, daß sich am 7. September auf einem der Misttöpfe ein toter Regenwurm fand. Die starke Pferdemistdüngung hat diesem scheinbar nicht zugesagt. Die Entwicklung der Pflanzen war in den Misttöpfen bei dem Herausnehmen am 1. Oktober gegenüber den ungedüngten Kontrollen etwas zurück, auch das Wurzelsystem war schwach entwickelt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung, die in die Zeit vom 1. bis 4. Oktober fiel, mußte bei jedem Versuch ein Topf ausgeschaltet werden, da die Entwicklung der Nematoden in diesen Töpfen noch nicht weit genug fortgeschritten war. Man erkennt das, wie bereits oben erwähnt, daran, daß die Zahl der noch nicht deutlich geschlechtlich differenzierten Tiere in Flaschenform auffallend stark die Zahl der männlichen Puppen überwiegt. Aus den übrigen drei Töpfen jedes Einzelversuches wurden im ganzen 90 Pflanzen für die Untersuchung entnommen. Das Ergebnis findet sich in der nachstehenden Tabelle 3.

Tabelle 3.

Nummer	Behandlung	Zahl der Nematoden in je 90 Zuckerrübenwurzeln								Geschlechtsverhältnis
		Larven im beweglichen und unbeweglichen Stadium	Larven in Flaschenform	♂ Puppen	♂ frei	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif	♀ mit Eiern	Gesamtzahl	
1	Unbehandelt: (Erdmischung Tab. 2 Nr. 1, zum zweitenmal benutzt) . .	340	107	256	0	114	15	0	832	198
2	Abnorm stark Pferdemistdüngung: (Erdmischung wie Nr. 1) (siehe Text). . .	409	168	214	0	77	7	0	875	255

Das vorstehende Ergebnis ist in zwiefacher Hinsicht von Wert. Zunächst zeigt es, daß sich infolge der intensiven Ausraubung

der Nährstoffe des Bodens durch die zweimalige Heranzucht von 60 Rübenpflanzen je Topf das Geschlechtsverhältnis zugunsten der Männchen verschoben hat, 104 (Tabelle 2) gegenüber jetzt 198. Dieses Ergebnis bedarf allerdings einer Nachprüfung mit andersartiger Versuchsanstellung, denn es sind hierbei außer acht gelassen jene Einflüsse, die infolge der veränderten Entwicklungsperiode könnten zur Wirkung gekommen sein.

Weiterhin sagen uns die erhaltenen Zahlenwerte, daß die abnorm starke Überdüngung mit Pferdemist gleichzeitig mit der Schwächung der Pflanzen die Entstehung des männlichen Geschlechtes gefördert hat.

Parallel mit der durch die starke Überdüngung mit Peferdemist hervorgerufenen Schwächung der Pflanzen, die deutlich in die Augen fiel, lief also ein zahlenmäßiges Zurückgehen des weiblichen Geschlechts des Rübennematoden, während in dem Versuch 2 eine normale Pferdemistdüngung, die die Entwicklung der Pflanzen begünstigt hatte, der Entstehung dieses Geschlechtes ausgesprochen förderlich war.

Versuch 4.

Bereits am 2. Juli 1917 war ein Versuch angesetzt worden, bei dem vorläufig unbeabsichtigt durch eine zu starke Überdüngung mit Pferdemist bei gleichzeitiger Anwendung von Pferdemistjauche ein dem Ergebnis des Versuches 3 sehr ähnliches Resultat erzielt worden war.

Die drei Versuchstöpfe waren hier mit Nematodenerde gefüllt, die nach der Bestellung mit Zuckerrübensamen eine Auflage von einer 1 cm mächtigen Pferdemistschicht erhielt. Auflauf der Rüben am 8. Juli. Am 10. und am 18. Juli wurde den Töpfen je ein Dungguß von vergorener Pferdemistjauche, der jedesmal die Topferde vollkommen durchtränkte, gegeben. Kontrollen ohne Mist und ohne Jauche.

Am 21. Juli wurden den Versuchstöpfen für jeden Einzelversuch 75 Pflanzen entnommen, und die abgeschnittenen Wurzeln auf Agarplatten in Petrischalen gelegt. Am 23. Juli begann die mikroskopische Untersuchung, die am 25. Juli zu Ende geführt wurde. Es ergab sich folgendes Resultat:

Tabelle 4.

Nummer	Behandlung	Zahl der Nematoden in je 75 Zuckerrübenwurzeln								Geschlechtsverhältnis
		Larven im beweglichen und unbeweglichen Stadium	Larven in Flaschenform	♂ Puppen	♂ frei	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif	♀ mit Eiern	Gesamtzahl	
1	Unbehandelte Nematodenerde . . .	364	128	215	2	226	164	0	1099	56
2	Nematodenerde mit Pferdemistauflage unter Anwendung eines doppelten Jauchegusses . .	419	165	350	0	290	144	0	1368	81

Die Ergebnisse auch des vorstehenden Versuches sprechen in dem Sinne, daß durch eine allzustarke Überdüngung mit stickstoffhaltigen Stoffen die Zahl für das Geschlechtsverhältnis wächst, d. h. die relative Zahl der Männchen sich erhöht.

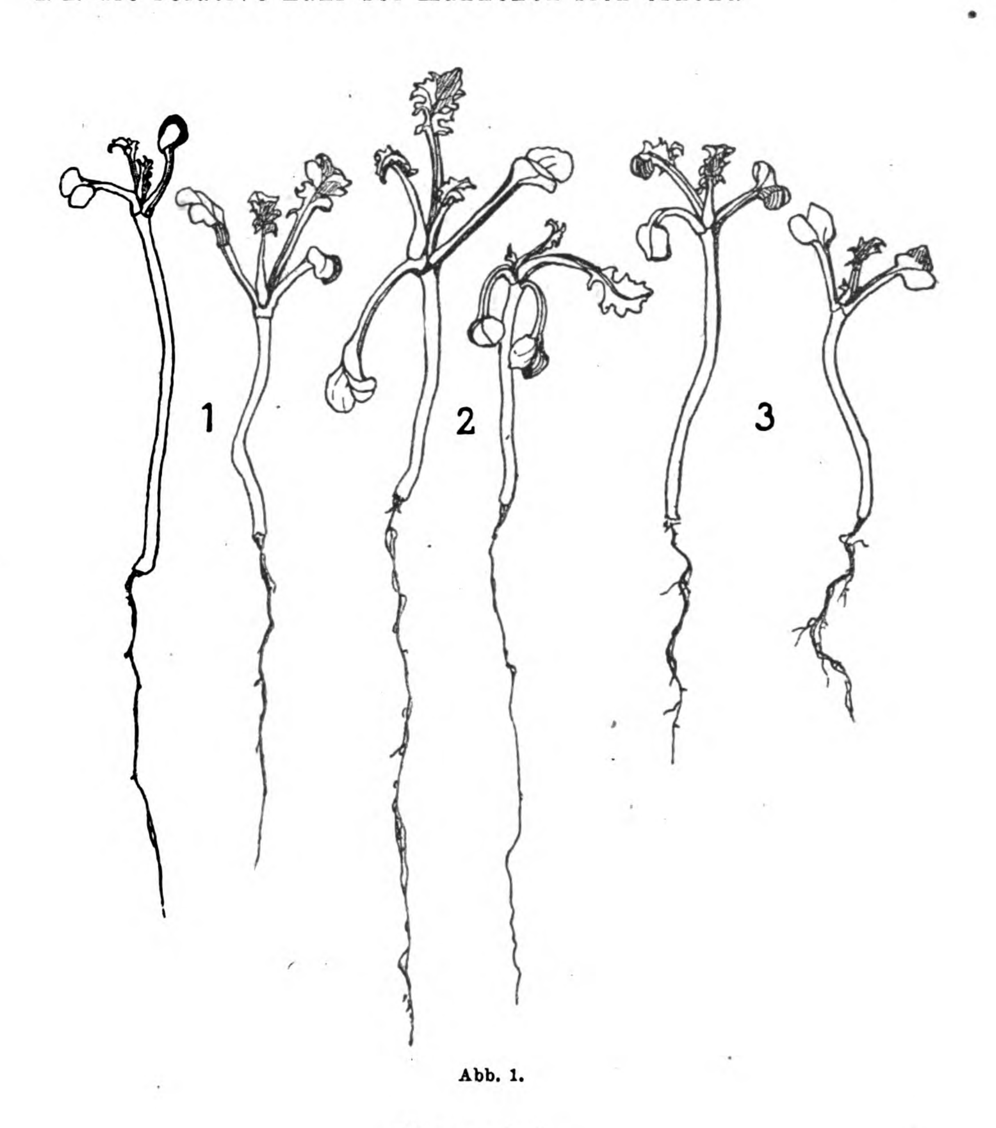


Abb. 1.

Versuch 5.

Es sollte nun festgestellt werden, in welcher Weise ein Pferdemist wirkt, der bereits vollkommen baumerdeartig verrottet ist im Vergleich zu verrottetem Rübenblätterkompost.

Zu diesem Zwecke wurde wiederum Nematodenerde aus unserm Nematoden-Versuchsfeld beschafft und mit dieser folgende Mischungen hergestellt:

1. Nematodenerde + dieselbe Erde, durch $^1/_2$ stündiges Erhitzen auf 60° C nematodenfrei gemacht, 1 : 1.

2. Nematodenerde + alter bereits baumerdeartig verrotteter Pferdemist, 1 : 1.

3. Nematodenerde + verrotteter Rübenblätterkompost, 1 : 1.

Mit diesen Mischungen wurden am 20. Dezember 1917 je 3 Töpfe gefüllt und mit je $^3/_4$ g Winterrübsen besät. Der Auflauf erfolgte in den drei Serien in der Zeit vom 25. bis 30. Dezember. Die Temperatur in den Topferden bewegte sich um 12° C herum.

Am 30. Januar 1918 wurden aus je 2 Töpfen der Einzelversuche 80 Pflanzen herausgenommen, und die Wurzeln auf Agarplatten gelegt. Die Entwicklung der Pflanzen ergibt sich aus den beigegebenen Zeichnungen (Text-Abbildung 1, S. 769). Am 31. Januar wurde bereits mit der mikroskopischen Untersuchung begonnen, die sich bis zum 5. Februar hinzog. Wir finden das Ergebnis in der nachstehenden Tabelle.

Tabelle 5.

Nummer	Behandlung	Zahl der Nematoden in je 80 Winterrübsenwurzeln								Geschlechtsverhältnis
		Larven im beweglichen und unbeweglichen Stadium	Larven in Flaschenform	Puppen ♂	frei ♂	bei beginnender Anschwellung ♀	geschlechtsreif ♀	mit Eiern ♀	Gesamtzahl	
1	Nematodenerde + nematodenfrei gemachte Erde der gleichen Herkunft, 1:1	850	108	519	0	199	49	0	1725	209
2	Nematodenerde + baumerdeartig verrotteter Pferdemist, 1:1 . . .	375	51	49	0	75	5	0	555	61
3	Nematodenerde + verrotteter Rübenblätterkompost, 1:1	447	74	53	1	89	9	0	673	55

Der baumerdeartig verrottete Pferdemist hat also in gleicher Weise wie der Rübenblätter-Kompost in starkem Maße die Geschlechtsverhältniszahl herabgedrückt, d. h. die Entstehung der Weibchen gefördert.

Versuch 6.

Für den nachfolgenden Versuch wurde ebenso wie bei Versuch 3 die in dem vorhergehenden Versuch verwandte Topferde nochmals benutzt. Leider konnte das nur mit der Rübenblätterkomposterde geschehen, da von der Pferdemisterde beim Abschlämmen der Wurzeln zu viel verbraucht worden war. Die Versuchstöpfe wurden am 6. März 1918 mit je $^3/_4$ g Winterrübsen bestellt. Auflauf am 11. März.

Am 4. April wurden den Töpfen jedes Einzelversuches 40 Pflanzen entnommen, und die Wurzeln in Petrischalen auf Agarplatten gelegt. Vom 15. bis 19. April wurde die mikroskopische Untersuchung vorgenommen, die zu folgendem Ergebnis führte:

Tabelle 6.

Nummer	Behandlung	Zahl der Nematoden in je 40 Winterrübsenwurzeln								Geschlechtsverhältnis
		Larven im beweglichen und unbeweglichen Stadium	Larven in Flaschenform	♂ Puppen	♂ frei	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif	♀ mit Eiern	Gesamtzahl	
1	Nematodenerde + nematodenfreie Erde, 1:1; bereits bei Versuch 5 verwandt gewesen	163	245	692	36	78	118	0	1332	371
2	Nematodenerde + Rübenblätter-Kompost, 1:1; bereits bei Versuch 5 verwandt gewesen	345	187	315	19	77	97	0	1040	192

Wenn es auch nicht ohne weiteres angängig ist, die in Nr. 1 der vorstehenden Tabelle erhaltene Zahl für das Geschlechtsverhältnis mit der Zahl von Nr. 1 in Tabelle 5 in Vergleich zu stellen, so wird in dem vorliegenden Falle doch mit einigen Vorbehalten der Schluß erlaubt sein, daß die Ungunst der Ernährung der Nematoden, zurückführbar auf die Ausraubung der Nährstoffe durch wiederholten Anbau der Wirtspflanzen bei starker Dichtsaat wie auch durch die Erhöhung der relativen Zahl der eingewanderten Nematoden, der Entwicklung der Männchen günstig war.

Recht deutlich ist weiterhin immer noch die Wirkung des Rübenblätterkompostes in der Richtung der Förderung des weiblichen Geschlechtes.

Dieses Kapitel soll nicht verlassen werden, ohne noch mit einigen Worten auf eine interessante Ursachebeziehung hier einzugehen.

Nach zahlreichen Beobachtungen aus der Praxis, die ich bestätigen konnte, besteht zwischen dem Vorkommen des Rübennematoden und dem Auftreten des Nachtschattens (Solanum nigrum L.) auf den Rübenfeldern ein gewisser Zusammenhang.

Wilfarth, Römer und Wimmer[1]), die „über das Auftreten des Nachtschattens auf nematodenhaltigen Rübenfeldern Untersuchungen angestellt haben, sagen im Eingang ihrer Arbeit darüber folgendes: „Wohl gibt es stark mit Nematoden durchsetzte Rübenfelder, auf denen keine Nachtschattenpflanze zu sehen ist, andererseits kommt es aber sehr häufig vor, daß da, wo viel Nematoden zu finden sind, auch der Nachtschatten üppig gedeiht; in außergewöhnlichen Fällen gleichen derartige Felder zuweilen mehr einem Nachtschatten- als einem Rübenfelde, während in der Nähe gelegene nematodenfreie Felder keine derartige Unkrautpflanze aufweisen. Es kommt auch vor — wir selbst haben wiederholt derartiges zu beobachten Gelegenheit gehabt —, daß auf üppig gedeihenden, im allgemeinen nematodenfreien Rübenfeldern sich ganz vereinzelte Nacht-

[1]) Zeitschrift des Verb. der Deutschen Zucker-Industrie. Jahrg. 42, 1905, S. 1—19.

schattenpflanzen finden, und daß nur dann an den in unmittelbarer Nähe der letzteren stehenden Rüben Nematoden gefunden werden, während man an den anderen Rüben vergeblich danach sucht."

Hier liegt kein Zufall vor. Es müssen hier biologische Beziehungen bestehen, die nicht darin gesucht werden können, daß der Nachtschatten der Vermehrung der Nematoden förderlich ist, denn diese Pflanze zählt nicht zu den Nematodenwirtspflanzen.

Die exakt durchgeführten schönen Versuche der obengenannten Autoren haben zu dem Ergebnis geführt, „daß das Auftreten des Nachtschattens auf Nematodenfeldern in keinem direkten Zusammenhang steht mit der Wirkung der Nematoden".

Die Ergebnisse der in dem vorstehenden Kapitel niedergelegten Versuche enthalten zugleich die Lösung der Frage der Beziehung zwischen dem Auftreten des Nachtschattens und dem Nematodenvorkommen. Der Nachtschatten ist eine ausgesprochene Ruderalpflanze. Er entwickelt sich mit Vorliebe nur da und gedeiht nur da gut, wo größere Mengen von Ammoniak oder Stickstoffsalzen überhaupt im Boden vorhanden sind. Solche Bodenstellen sind aber, wie vorstehend experimentell erwiesen wurde, dem Entstehen des weiblichen Geschlechtes des Rübennematoden besonders günstig. Die weiblichen Rübennematoden (nicht die Männchen) werden aber mit unbewaffnetem Auge allein gesichtet. Rüben an Stellen, an denen der Nachtschatten üppig gedeiht, werden in Nematodenbezirken deshalb durch eine besonders große Zahl der mit bloßem Auge sichtbaren Rübennematoden-Weibchen sich auszeichnen. Das üppige Gedeihen des Nachtschattens und das zahlenmäßig verstärkte Vorkommen der Nematoden-Weibchen und als spätere Folge davon auch der Gesamtzahl der Nematoden beruht auf gleichen Ursachebeziehungen: dem verstärkten Vorkommen von Ammoniak oder Nitraten im Boden, das in dem einen Falle das üppige Gedeihen der Ruderalpflanze bedingt, im anderen durch Förderung der Ernährungsverhältnisse der Wirtspflanzen die Entstehung des weiblichen Geschlechtes des Rübennematoden und damit dessen Ausbreitung überhaupt begünstigt.

C. Einfluß des engen und weiten Standorts der Wirtspflanzen.

Wir haben in den vorstehenden Versuchen gesehen, daß eine gute Ernährung der Wirtspflanzen der Entstehung des weiblichen Geschlechts des Rübennematoden förderlich ist. Den Ernährungszustand der Wirtspflanzen ungünstig beeinflussende Faktoren, wie rasch wiederholter die Nährstoffe des Bodens ausraubender Anbau sehr zahlreicher Pflanzen auf engbegrenztem Bodenraum, aber auch abnorm starke Überdüngung mit stickstoffhaltigen Stoffen, haben zu dem entgegengesetzten Resultat, der Förderung der Entstehung des männlichen Geschlechts, geführt. A priori ist anzunehmen, daß alle Einflüsse, die gleiche Wirkungen auf die Wirtspflanzen äußern, ähnliche Ergebnisse zeitigen.

In erster Linie wurde in dieser Richtung die Prüfung des engen und weiten Standortes der Wirtspflanzen ins Auge gefaßt.

Versuch 1.

Tontöpfe von 16 cm Höhe und 17 cm lichter Weite wurden am 1. August 1918 mit Nematodenerde gefüllt und mit verschiedenen Mengen Winterrübsensamen breitwürfig besät. Der Samen wurde mittels einer Pinzette gleichmäßig verteilt und mit einer 1 cm mächtigen Sandschicht überdeckt. Auflauf am 5. August. Am 17. August wurden aus jedem Topf 40 Pflanzen herausgenommen, diese in eine zweiprozentige Formaldehydlösung eingelegt und dann mikroskopisch untersucht. Es wurden hierbei folgende Zahlenwerte erhalten:

Tabelle 7.

Nummer	Aussaatmenge des Winterrübsens je Topf	Zahl der Nematoden in je 40 Winterrübsenwurzeln								Geschlechtsverhältnis
		Larven im beweglichen und unbeweglichen Stadium	Larven in Flaschenform	♂ Puppen	♂ frei	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif	♀ mit Eiern	Gesamtzahl	
1	0,2 g	77	125	751	22	329	50	0	1354	204
2	0,4 g	112	79	761	7	345	14	0	1318	214
3	0,6 g	76	59	588	14	295	4	0	1036	201
4	0,8 g	78	28	856	9	250	8	0	1229	335
5	1 g	49	13	707	8	264	12	0	1053	259

Das Geschlechtsverhältnis war in dem vorstehenden Versuch bei den drei geringsten Saatgutmengen ziemlich einheitlich, es hat sich aber bei den größeren Mengen, also bei 0,8 g und 1 g Rübsen zugunsten der Männchen verschoben.

D. Einfluß der Größe der assimilierenden Blattorgane der jungen Wirtspflänzchen.

Versuch 1.

Aus einem am 27. Februar 1917 mit 1 g Sommerrübsen besäten Nematodenerde-Topf wurden am 31. März je 15 stark entwickelte, 15 mittelmäßige und 15 schwache Pflanzen herausgenommen, und die Wurzeln mikroskopisch auf Nematoden untersucht. Nachstehend das Resultat:

Tabelle 8.

Nummer	Entwicklungszustand der Pflanzen	Zahl der Nematoden in je 15 Sommerrübsenwurzeln								Geschlechtsverhältnis
		Larven im beweglichen und unbeweglichen Stadium	Larven in Flaschenform	♂ Puppen	♂ frei	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif	♀ mit Eiern	Gesamtzahl	
1	stark	137	101	254	14	34	27	0	567	439
2	mittel	155	92	289	3	24	12	0	565	811
3	schwach	105	62	265	27	38	5	0	502	679

Im allgemeinen ist in dem vorstehenden Versuch die Zahl der untersuchten Wurzeln oder, sagen wir besser, die Zahl der ermittelten Nematoden zu gering, um daraus sichere Schlüsse zu ziehen. Doch zeigt das Geschlechtsverhältnis der mittelmäßig und schwach entwickelten Pflanzen gegenüber den starken einen so markant ausgesprochenen Unterschied, daß das Ergebnis doch nicht ganz wertlos erscheint. Die relative Zahl der Männchen war in den nur mittelmäßig und schwach entwickelten Pflanzen erheblich größer als in den stark entwickelten.

Versuch 2.

In diesem Versuche sollte geprüft werden, wie sich das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden gestaltet, wenn die jungen Wirtspflänzchen ihre oberirdischen Organe infolge ungünstiger Wachstumsverhältnisse nur ganz spärlich entwickeln können. Man erreicht das leicht, wenn man Sommerrübsen in den Wintermonaten in nur mäßig erwärmtem Raume bei nicht voll ausreichenden Lichtverhältnissen heranzieht.

Zu dem Versuch wurden Töpfe von dem früher beschriebenen Größenverhältnis mit Nematodenerde gefüllt und am 27. November 1916 mit je $^1/_4$ g Sommerrübsensamen bestellt. Die Temperatur während der Entwicklung der Pflanzen betrug 10—12° C. Darunter durfte nicht gegangen werden, da andernfalls die Nematoden in Kältestarre verfallen. Auflauf des Rübsens am 4. Dezember.

Am 16. Dezember wurde damit begonnen, 60 Pflanzen aus den Töpfen herauszunehmen und die Wurzeln in Petrischalen auf Agarplatten zu legen, um eine Weiterentwicklung der Nematoden zu ermöglichen. Zwei Tage darauf erfolgte dasselbe mit weiteren 60 Pflanzen und so fort bis zum 5. Januar. Die Petrischalen kamen in ein normal geheiztes Laboratorium. Die Weiterentwicklung der Nematoden konnte, soweit solche unter diesen Umständen möglich war, also ohne Kältehemmung erfolgen.

Beim Herausnehmen der Rübsenpflänzchen aus der Topferde zeigten diese eine sehr mangelhafte Entwicklung (vergl. die photographische Aufnahme am 20. Dezember 1916, Tafel I, Abb. 2), die auch später nur wenig fortschritt. Der Sommerrübsen erfordert zu seiner Entwicklung mehr Wärme und Sonne. Die Sonnenscheindauer im Monat Dezember 1916 betrug nach den Aufzeichnungen der Agrikulturchemischen Kontrollstation Halle nur 30 Stunden und 55 Minuten, also im Durchschnitt je Tag nur eine Stunde.

Die mikroskopische Untersuchung der Agarplatten mit den Rübsenwurzeln begann am 19. Januar 1917 und wurde am 25. Januar beendet. Es war anzunehmen, daß nach einem 4 wöchigen Verweilen der Nematodenwurzeln auf den Agarplatten jegliche überhaupt unter diesen Umständen mögliche Entwicklung abgeschlossen war. Das Ergebnis ist in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 9.

Nummer	Tag der Einsaat des Sommerrübsens	Tag des Auflaufs	Tag des Herausnehmens der Pflanzen und des Einlegens der Wurzeln in Petrischalen auf Agarplatten	Zeitpunkt der mikroskopischen Untersuchung	Zahl der geschlechtlich differenzierten Nematoden auf je 60 Sommerrübsenpflänzchen	
					♂ frei auf dem Agar	♀ bei beginnender Anschwellung
1	27. 11. 16	2. 12. 16	16. 12. 16	19.—25. 1. 17	5	0
2	"	"	18. 12.	"	2	0
3	"	"	20. 12.	"	35	0
4	"	"	22. 12.	"	30	0
5	"	"	24. 12.	"	60	1
6	"	"	26. 12.	"	81	0
7	"	"	28. 12.	"	42	1
8	"	"	30. 12.	"	45	5
9	"	"	1. 1. 17	"	23	6
10	"	"	3. 1.	"	58	0
11	"	"	5. 1.	"	64	5
					395	18

Geschlechtsverhältnis = 2194.

Bei dem vorstehenden Ergebnis ist es interessant, daß das erste Weibchen erst auftritt bei den am 24. Dezember herausgenommenen Pflanzen. Die mangelhafte Entwicklung der Pflanzen und die frühzeitige Unterbrechung ihrer Lebensfunktionen durch Herausnehmen aus dem Boden war der Entstehung der Weibchen sehr hinderlich. Aber auch später tritt die Zahl der Weibchen in diesen Kümmerpflänzchen gegenüber der Zahl der Männchen stark zurück, so wurden auf den 60 am 5. Januar 1917 herausgenommenen Pflanzen 64 Männchen und nur 5 Weibchen gezählt. Das endständig festgestellte Geschlechtsverhältnis 2194 ist durchaus abnorm, zeigt aber außerordentlich deutlich, daß unter sehr ungünstigen Entwicklungsbedingungen in den jungen im Winter zur Entwicklung gekommenen Kümmerpflänzchen des Sommerrübsens in starkem Grade fast nur Männchen des Rübennematoden entstehen.

Im vorliegenden Falle ist die Möglichkeit, daß die Weibchen unter den gegebenen Verhältnissen teilweise nicht zur Entwicklung kommen konnten, nicht ausgeschlossen, doch neige ich auf Grund der Ergebnisse meiner anderen Versuche auch hier zu der Erklärung der epigamen Geschlechtsbeeinflussung.

Versuch 3.

Das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden auf Sommerrübsen wird anders, sobald für die Wirtspflanze die Wachstumsbedingungen günstiger werden. Am 26. Januar 1917 wurde in einem geheizten Laboratorium eine Sommerrübseneinsaat in Nematodenerde-Töpfe vorgenommen. Auflauf am 3. Februar.

Vom 14. Februar beginnend wurden aus diesen Töpfen unter Einhaltung gewisser zeitlicher Zwischenräume je 10 Pflanzen herausgenommen und auf Nematoden untersucht. Die erhaltenen Zahlen sind in der nachstehenden Tabelle 10 niedergelegt.

Tabelle 10.

Nummer	Tag der Einsaat	Tag des Auflaufs	Tag der mikroskopischen Untersuchung	Zahl der Nematoden auf je 10 Sommerrübsenpflanzen					
				Larven im beweglichen und unbeweglichen Stadium	Larven in Flaschenform	♂ Puppen	♂ frei	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif
1	26. 1. 17	3. 2. 17	14. 2. 17	300	0	0	0	0	0
2	"	"	16. 2.	351	0	0	0	0	0
3	"	"	18. 2.	302	0	0	0	0	0
4	"	"	22. 2.	509	0	0	0	0	0
5	"	"	26. 2.	250	25	42	0	0	0
6	"	"	2. 3.	219	102	56	0	26	1
7	"	"	6. 3.	108	88	123	0	24	7
8	"	"	10. 3.	193	57	103	0	19	4
9	"	"	14. 3.	142	26	73	0	7	3
10	"	"	15. 3.	79	28	85	0	12	11
						482	0	88	26

Geschlechtsverhältnis = 423.

Wir erhielten hier in den normal entwickelten Sommerrübsenpflänzchen ungefähr dasselbe Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden, wie es in den am 31. März des gleichen Jahres in starken Sommerrübsenpflänzchen bei Engsaat entstanden ist (vergl. Tabelle 8 Nr. 1). **Offenbar war die durch die günstigeren Entwicklungsbedingungen erzeugte bessere Entwicklung der Blattorgane gegenüber den Pflanzen des Versuches 2 (siehe Tabelle 9) dem Entstehen des weiblichen Geschlechtes des Rübennematoden günstig.**

Versuch 4.

Wir haben aus den vorstehenden Versuchen dieses Kapitels ersehen, daß die Blattentwicklung der jungen Wirtspflänzchen von Einfluß auf die Geschlechtsbildung des Rübennematoden zu sein scheint. Nach dieser Wahrnehmung müßte es möglich sein, durch künstliche Verminderung der assimilierenden Blattfläche die Geschlechtsbildung zu beeinflussen. In der Tat ist das in dem nachstehenden Versuch gelungen.

Ein 1,20 Meter langer, 18 cm breiter und ebenso hoher Zinkkulturkasten wurde mit Nematodenerde gefüllt und am 24. März 1917 in drei Reihen mit 2,25 g Sommerrübsen bestellt. Auflauf am 30. März.

Am 12. April, nachdem die Kotyledonen der Pflänzchen voll entwickelt waren, und die Pflänzchen sich soeben anschickten, die ersten normalen Herzblättchen zu entwickeln, wurde der Kasten in vier Teile eingeteilt, und die Pflänzchen innerhalb derselben einer verschiedenen Behandlung unterworfen. Im ersten Teil blieben sie unbehandelt, im zweiten Teil wurden ihre Herzblättchen mittels einer kleinen Schere herausgeschnitten, im dritten Teil wurden gleichfalls die Herzblättchen weggenommen und außerdem noch ein Kotyledon entfernt. Im vierten Teil blieben die Pflänzchen vorläufig noch unbehandelt, und erst am 18. April wurden alle Blattorgane bis auf ein Kotyledon entfernt. Diese Behand-

lungen wurden durch Abschneiden des Nachwuchses am 16. und 23. April wiederholt.

Am 25. April wurden die Pflänzchen aus dem Kasten sehr sorgfältig herausgenommen, und von jeder Behandlungsart 60 Wurzeln in Petrischalen auf Agarplatten gelegt. In der Bewurzelung der Pflanzen konnte bei den einzelnen Behandlungsarten kein sehr großer Unterschied wahrgenommen werden, nur das Wurzelwerk der Pflanzen der Kategorie 3 war deutlich weniger verzweigt. Nachstehende Zeichnung (Text-Abb. 2) nach der Natur stellt Durchschnittstypen dar.

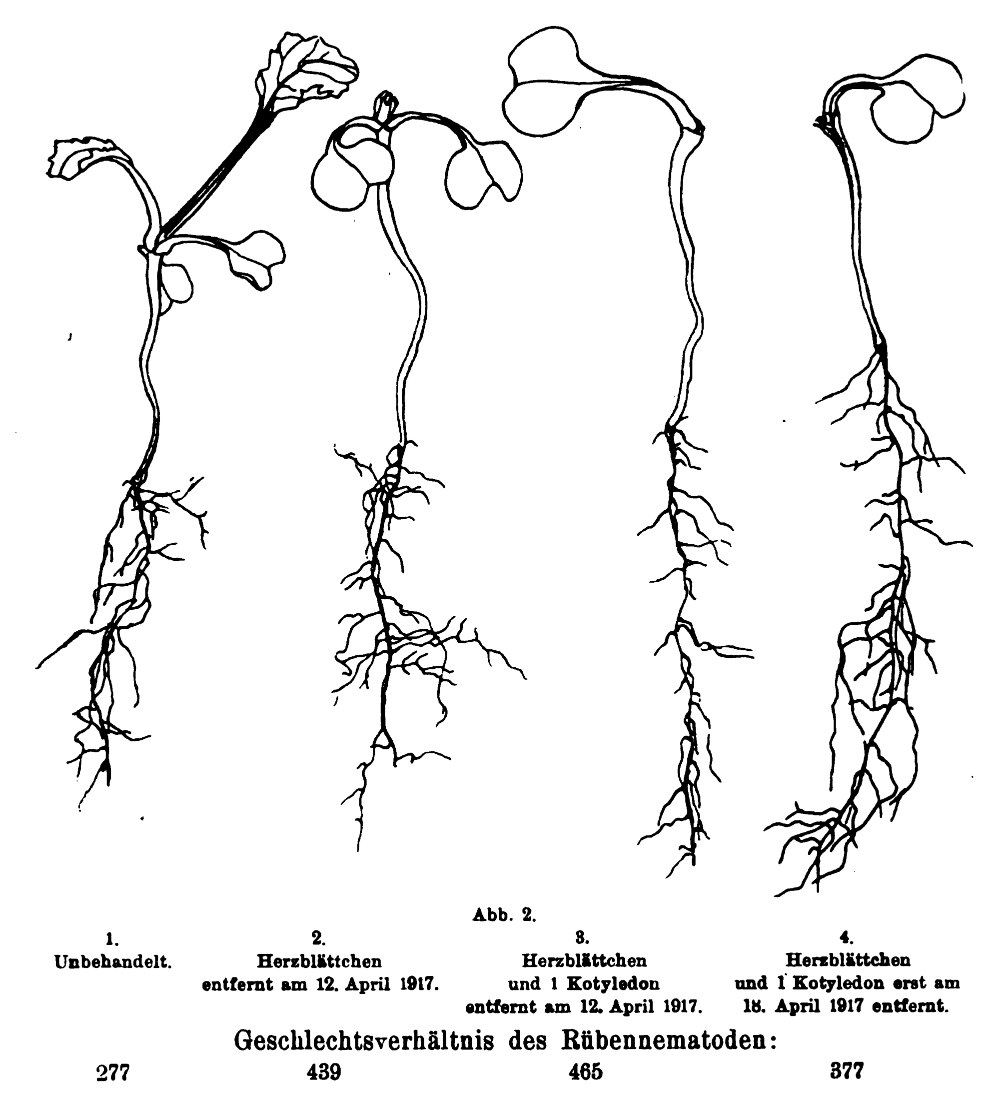


Abb. 2.

1.	2.	3.	4.
Unbehandelt.	Herzblättchen entfernt am 12. April 1917.	Herzblättchen und 1 Kotyledon entfernt am 12. April 1917.	Herzblättchen und 1 Kotyledon erst am 18. April 1917 entfernt.

Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden:

277	439	465	377

Die mikroskopische Untersuchung der eingelegten Wurzeln erfolgte in der Zeit vom 27. April bis 4. Mai, wobei natürlich, wie immer, an jedem Tage von allen vier Behandlungsarten eine gleiche Zahl zur Untersuchung herangezogen wurde. Das Ergebnis folgt nachstehend.

Tabelle 11.

Nummer	Behandlung	Zahl der Nematoden auf je 60 Sommerrübsenpflanzen: Larven in beweglichem und unbeweglichem Stadium	Larven in Flaschenform	♂ Puppen	♂ frei	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif	♀ mit Eiern	Gesamtzahl	Geschlechtsverhältnis
1	Unbehandelt . . .	1410	781	1747	38	442	201	1	4620	277
2	Pflänzchen mit zwei Kotyledonen, Herzblättchen entfernt am 12. April 1917	2354	624	1796	30	328	88	0	5220	439
3	Pflänzchen mit 1 Kotyledon, der andere Kotyledon und die Herzblättchen entfernt am 12. April	1842	537	1800	27	264	129	0	4599	465
4	Pflänzchen mit 1 Kotyledon, der andere Kotyledon und die Herzblättchen später, erst am 18. April entfernt	1753	479	1524	30	272	140	0	4198	377

Aus den Versuchsergebnissen der Tabelle 10 lassen sich zwei Schlüsse ableiten:

1. Das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden hat sich in den unbehandelten Sommerrübsenpflänzchen in der Entwicklungszeit vom 24. März bis 25. April 1917 gegenüber der Entwicklungszeit der Wirtspflänzchen vom 26. Januar bis 15. März des gleichen Jahres (siehe Tabelle 10) zugunsten der Weibchen verschoben. Auch das ist sehr wahrscheinlich eine Wirkung der besseren Entwicklung der assimilierenden Blattorgane, wie der durch die fortgeschrittene Jahreszeit bedingten besseren Ernährung der Pflanzen überhaupt.

2. Eine künstliche Verkleinerung der Assimilationsorgane förderte die Entstehung des männlichen Geschlechtes des Rübennematoden und zwar um so mehr, je frühzeitiger dieser Eingriff erfolgt war.

E. Einfluß der Pflanzenart.

Der nachstehende Versuch wurde ausgeführt zur Lösung der Frage nach dem Einfluß der Pflanzenart auf das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden.

Am 19. Februar 1917 wurden Tontöpfe von 14 cm Höhe und 16 cm lichter Weite mit Nematodenerde gefüllt und vorerst am Südfenster eines geheizten Laboratoriums aufgestellt. Die Temperatur in der Topferde bewegte sich um 15 ° C. herum. Die Einsaat der Töpfe erfolgte erst später am 27. Februar. Das geschah zu dem Zwecke, um zwischenzeitig eine genügende Zahl Nematodenlarven zu aktivieren. Zur Einsaat wurden benutzt: Sommerrübsen, Kohl, Senf und Zuckerrüben. Von den drei ersten Pflanzenarten wurde je $^1/_4$ g Samen je Topf in drei Reihen

eingesät, von dem Zuckerrübensamen soviel, daß die Samen ziemlich dicht in den vorher gemachten Rillen lagen. Darauf kam eine 1 cm mächtige Sandschicht. Auflauf des Rübsens am 4. März, der von Senf und Kohl einige Tage später; die Rüben gingen noch etwas später auf. Verzogen wurde am 14. März derart, daß in jedem Topf 36 gut entwickelte Pflanzen verblieben.

Am 2. April 1917 wurden von jeder Pflanzenart 40 Pflanzen aus den Töpfen herausgenommen, und die Wurzeln in Petrischalen auf Agarplatten gelegt. Der Rübsen hatte in dieser Zeit knapp die ersten normalen Blättchen gebildet, ebenso weit war der Kohl entwickelt, der Senf fing gerade an, das zweite normale Blattpaar zu bilden, während die Zuckerrüben erst mit der Entwicklung der ersten Blättchen der Plumula begannen; ihre Blattflächen waren wesentlich kleiner als die der anderen der Prüfung unterworfenen Pflanzenarten.

Die Untersuchung der Wurzeln wurde vorgenommen in der Zeit vom 4. bis 14. April. Diese etwas lange Untersuchungszeit beeinflußt nicht das Resultat, da darauf geachtet wurde, daß von jeder Pflanzenart an einem Untersuchungstag stets eine gleiche Anzahl Wurzeln unter das Mikroskop kam. Die nachstehende Tabelle 12 gibt Aufschluß über das Ergebnis.

Tabelle 12.

Nummer	Pflanzenart	Zahl der Nematoden in je 40 Pflanzen								Geschlechtsverhältnis
		Larven im beweglichen und unbeweglichen Stadium	Larven in Flaschenform	♂ Puppen	♂ frei	♀ bei beginnender Anschwellung	♀ geschlechtsreif	♀ mit Eiern	Gesamtzahl	
1	Sommerrübsen . .	1082	176	547	29	138	51	0	2023	305
2	Kohl	1485	201	430	10	114	21	0	2261	326
3	Senf	1124	420	750	53	148	31	0	2526	449
4	Zuckerrüben . . .	1448	236	493	28	293	46	0	2544	154

Das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden ist also in den verschiedenen Wirtspflanzen verschieden. Im vorliegenden Falle waren die Zuckerrüben der Entstehung des weiblichen Geschlechts besonders günstig, was auch aus den früheren Versuchen schon hervorgeht. Damit steht die starke Verbreitung des Parasiten auf dieser Wirtspflanze im Kausalzusammenhang.

Die Wirkung der Blattentwicklung scheint gegenüber dem Einfluß der Art der Wirtspflanze bei normal entwickelten Pflänzchen vollkommen in den Hintergrund zu treten.

F. Schlußbetrachtungen.

Es wurde in der Einleitung erwähnt, daß das Geschlechtsverhältnis nach den statistischen Ausweisen bei den meisten Tieren und Pflanzen annähernd die Zahl 100 zeigt. Nähere Beobachtungen lassen aber erkennen, daß diese Norm nur bei Zusammenfassung eines sehr großen

Zahlenmaterials heraustritt, daß aber innerhalb engerer Bezirke kleinere und größere Schwankungen vorkommen können. Bei manchen Tieren weicht das bis jetzt ermittelte Geschlechtsverhältnis auch ganz erheblich von der eben angeführten Norm ab, so beträgt dieses beispielsweise bei manchen Spinnen 819, bei dem Cephalopoden Loligo aber nur 16,6.

Diese Schwankungen, besonders diejenigen innerhalb derselben Art, sind, soweit sich die Verhältnisse bis jetzt überblicken lassen, vorzugsweise das Ergebnis äußerer Beeinflussungen. So hat erst vor wenigen Jahren Baltzer[1]) den einwandfreien Nachweis erbracht, daß bei Bonellia viridis fast ausschließlich die Ernährungsverhältnisse darüber entscheiden, ob aus einer Larve ein Männchen oder ein Weibchen oder ein Zwitter wird. Erwähnt sei hier auch noch das Ergebnis eines Versuches R. Hertwigs[2]), der bei Fröschen ein Teil des befruchteten Eimaterials eines und desselben Pärchens bei 30° C, die andere Hälfte bei 15° C zum Schlüpfen brachte und die Brut bei dieser Temperatur heranzog. Hierbei erzielte er in der Kältekultur ein starkes Überwiegen der Männchen. Es entstanden hier 260 ♂ auf 85 ♀, während in der Wärmekultur das Verhältnis 344 ♂ auf 319 ♀ betrug. Auf Grund dieses Ergebnisses und seiner weiteren Untersuchungen kommt der genannte Forscher zu dem Schluß, „daß die relativ große Zahl männlicher Tiere zum Teil dadurch verursacht ist, daß Individuen, welche unter normalen Verhältnissen sich zu Weibchen entwickelt haben würden, unter dem Einfluß der Kältewirkung zu Männchen geworden sind."

Die in der vorliegenden Arbeit niedergelegten Untersuchungen zeigen, daß die Beeinflussung der Wirtspflanzen besonders durch die Düngung für die Geschlechtsbildung des Rübennematoden von sehr großer Bedeutung ist. Der Gang der Entwicklung der Rübenmüdigkeit durch Nematodenbefall ist nach meinen Versuchen und Beobachtungen folgender: An Stellen, die stark gedüngt sind, besonders mit organischen Stickstoffdüngern oder an Stellen, die aus anderen Gründen der Entwicklung der Pflanzen hervorragend förderlich sind (z. B. in feuchteren Bodenmulden), tritt zunächst infolge der starken Begünstigung des weiblichen Geschlechts eine verstärkte Vermehrung des Schädlings ein. Die Entwicklung der Rüben ist an solchen Stellen zunächst noch üppig, infolge der guten Ernährung sogar üppiger als an den das Pflanzenwachstum weniger fördernden Bodenstellen. Infolge der starken Vermehrung der Nematoden, bedingt durch die eben erwähnte Gestaltung des Geschlechtsverhältnisses, wird der Parasit bei Fortdauer der bewirkenden Ursachen oder deren öfteres Inkrafttreten in wenigen Jahren derart an Zahl zugenommen haben, daß er bereits die soeben auflaufenden Rübenpflänzchen in großen Massen befällt und dadurch die Bildung einer tiefgehenden Pfahlwurzel von vornherein verhindert, wodurch eine ausreichende Wasserversorgung der

[1]) Mitteilungen Zool. Stat. Neapel, Bd. 22, 1914, S. 1.

[2]) Biologisches Zentralblatt, Bd. 32, 1912, S. 100 ff.

Rübenpflanze im Sommer unmöglich wird. Auf dem starken Befall der Rüben im frühsten Jugendstadium beruht n. m. A. in erster Linie die Schädlichkeit dieses Parasiten.

Unter Beachtung dieser Darlegungen wird es verständlich, daß Liebscher[1]) bei einer am 27. Mai und 10. Juni vorgenommenen Nematoden-Infektion bei bereits kräftig entwickelten Rübenpflanzen in nematodenfreiem Boden wohl einen, wenn auch schwächeren Erfolg der Infektion, aber keine Verminderung der Erträge feststellen konnte, während in einem weiteren Versuche[2]), bei dem die Rübenkerne in mit nematodenfreier Erde gefüllten Kasten direkt in kleine Mengen nematodenhaltige Rübenabputzerde gebettet wurden, die jungen sich entwickelnden Rüben von Anfang an kränkelten und geringere Erträge lieferten.

In der **Verhütung oder Verminderung des Frühbefalls der Hauptwurzel der Rüben** liegen gangbare Wege zur Bekämpfung des Schädlings, die von uns bereits beschritten sind. In einer späteren Arbeit soll über die angewandten Methoden und über die diesbezüglichen Ergebnisse ausführlich berichtet werden.

Bei dem Rübennematoden gibt es außer den näher untersuchten Fällen noch eine Reihe anderer Momente, die auch über die Wirtspflanze das Geschlechtsverhältnis des Parasiten zu beeinflussen scheinen. Dahin zählen z. B. Wärme und Kälte, Licht und Schatten, Feuchtigkeit und Trockenheit, auch die Verschiedenheit des Bodens. Ich hoffe, später meine Versuche in dieser Richtung wieder aufnehmen zu können. Der Sitz der Larve in einer dickeren oder sehr feinen Faserwurzel oder in der Hauptwurzel ist scheinbar auch für die Geschlechtsbildung nicht gleichgültig.

Allgemein ist die Geschlechtsbildung ein Produkt innerer Veranlagung und äußerer Beeinflussung. Die Wirkungsstärke dieser häufig gegenseitigen Faktoren ist bei den verschiedenen Tier- und Pflanzengattungen und -Arten sehr verschieden. In weitaus den meisten Fällen scheint die Beeinflussung, die auf inneren Eigenschaften der kopulierenden Kerne beruht, von größerer Bedeutung bei der Entscheidung des Geschlechtes zu sein. In anderen Fällen liegt der Schwerpunkt aber unzweifelhaft auf den Einflüssen der Umwelt.

G. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden (Heterodera Schachtii *A. Schmidt*) wird in starkem Maße durch trophische von seiner Wirtspflanze ausgehende Einflüsse beherrscht. Die in dieser Richtung angestellten, vorstehend beschriebenen Versuche haben zusammenfassend zu folgenden Ergebnissen geführt.

1. Eine ziemlich starke Düngung der Wirtspflanzen mit Rübenblätterkompost oder verrottetem Pferdemist hat das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden zugunsten der Weibchen verschoben.

---

[1]) Zeitschrift des Vereins für die Rübenzucker-Ind. des deutschen Reichs 1879, S. 106.
[2]) A. a. O. S. 129 und 1100 u. f.

Das häufig zahlenmäßig starke Vorkommen der makroskopisch gesichteten Rübennematoden-Weibchen an Stellen, an denen unser Nachtschatten (Solanum nigrum L.), die bekannte Ruderalpflanze, gut gedeiht, findet in dieser Erkenntnis eine zwanglose Erklärung.

Auch der bereits vollkommen baumerdeartig verrottete Pferdemist, dessen Stickstoffgehalt nur noch mäßig ist, hat zu dem gleichen Ergebnis der Förderung des weiblichen Geschlechts geführt. Wir werden es deshalb verstehen, aus welchen Gründen der Rübennematode besonders die humushaltigen Böden bevorzugt.

2. Dagegen wurde durch eine abnorm starke Überdüngung mit nur mäßig verrottetem Pferdemist und Pferdejauche, durch die die Wirtspflanzen ungünstig beeinflußt wurden, die relative Zahl der Männchen erhöht.

3. Eine Ausraubung der Bodennährstoffe durch zweimalige Heranzucht von Wirtspflanzen bei erhöhter Dichtsaat war der Entstehung des männlichen Geschlechts günstig.

4. An und für sich hat abnorm starke Dichtsaat der Wirtspflanzen bereits gegenüber weniger dichter Saat die Zahl für das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden erhöht, also die Entstehung der Männchen gefördert.

5. Stark entwickelte Wirtspflanzen im frühen Jugendstadium zeigten ein dem weiblichen Geschlecht günstigeres Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden als gleichalterige schwach entwickelte Pflanzen. In unter besonders ungünstigen Entwicklungsbedingungen im Winter herangezogenen Kümmerpflänzchen von Sommerrübsen entstanden in erheblichem Grade vorwiegend nur Männchen des Rübennematoden.

6. Die Größe der assimilierenden Blattfläche der Wirtspflanze war bei jungen Pflanzen derselben Art von großem Einfluß auf das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden. Je größer die Blattfläche war, um so günstiger gestaltete sich das Geschlechtsverhältnis für die Weibchen und umgekehrt. Durch künstliche Verkleinerung der Assimilationsflächen der Wirtspflanzen wurde die Entstehung des männlichen Geschlechtes des Rübennematoden deutlich gefördert.

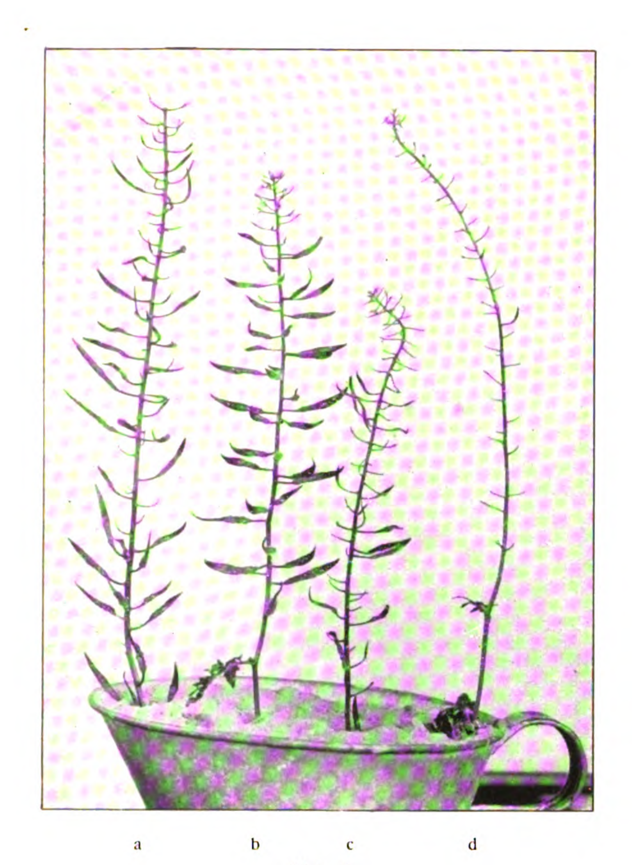
7. Von Einfluß auf das Geschlechtsverhältnis war nach den vorliegenden Versuchen auch die Pflanzenart. Die Zuckerrüben zeigten sich der Entstehung des weiblichen Geschlechts besonders günstig, was die leichte Ausbreitung des Nematoden gerade auf dieser Wirtspflanze ursächlich begründet.

Treten hierzu noch die unter 1 geschilderten Verhältnisse einer starken Düngung und weiterhin eine rasche Aufeinanderfolge nematodenfreundlicher Pflanzen im Fruchtwechsel hinzu, dann ist die Basis geschaffen für ein abnorm starkes und damit schädigendes Auftreten dieses Parasiten, da das Geschlechtsverhältnis auf den Umfang der Vermehrung einer Art von entscheidendem Einfluß ist.

Die Nematodenfrage hängt also mit der Düngung und der Pflanzenart aufs innigste zusammen. Die Rübenmüdigkeit infolge Nematodenbefalls ist eine mittelbare Folge langjährig gesteigerter Stickstoffdüngung und rascher Aufeinanderfolge der Zuckerrüben im Fruchtwechsel. Starke Düngung mit stickstoffhaltigen und humosen Stoffen, auch mit Rübenblättern, fördert in gleicher Weise wie die Zuckerrüben selbst die Entstehung des weiblichen Geschlechts des Rübennematoden, was gleichbedeutend ist mit stärkerer Vermehrung und Ausbreitung dieses Schädlings.

Eine vorläufige summarische Mitteilung einiger Ergebnisse hierher gehöriger vom Verfasser angestellter Versuche findet sich in der „Zeitschrift für Pflanzenzüchtung“, Bd. 5, 1917, H. 2, S. 176.





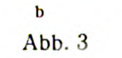
a b c d

Abb. 1



a b c

Abb. 2



a b c

Abb. 3

Verlag von Paul Parey in Berlin





Abb. 1. Sommerrübsen.
Geschlechtsverhältnis von Heterodera Schachtii:
459 330

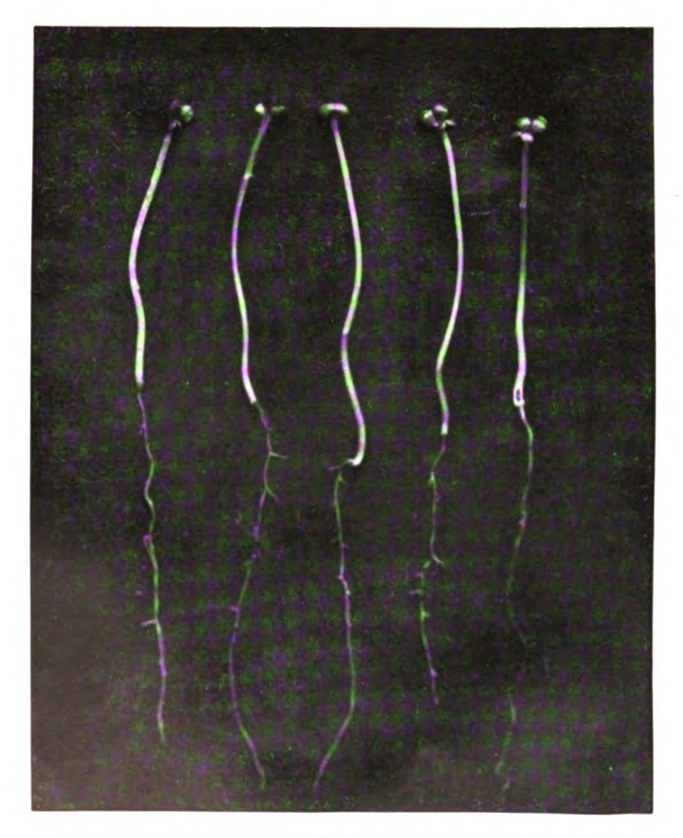
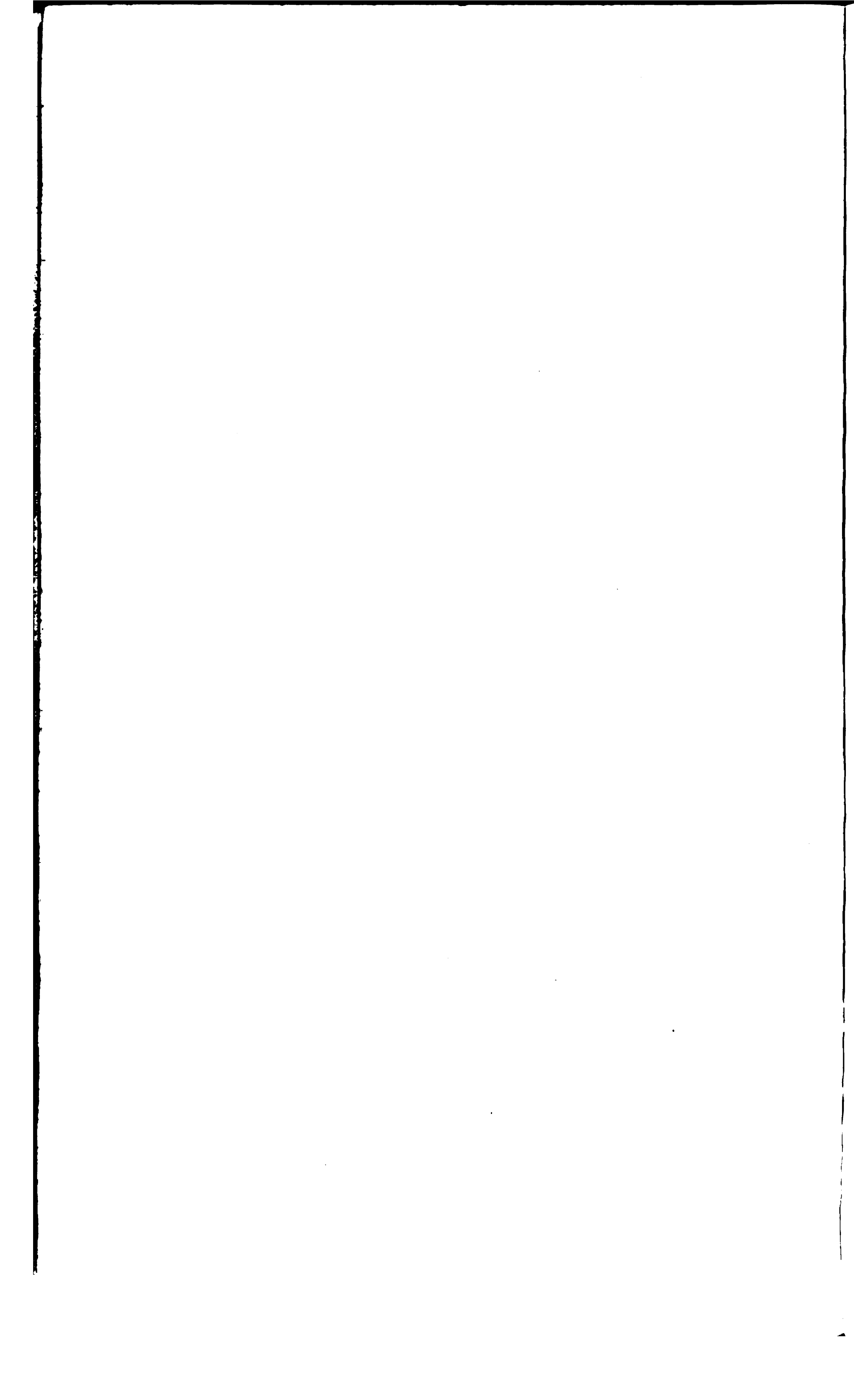
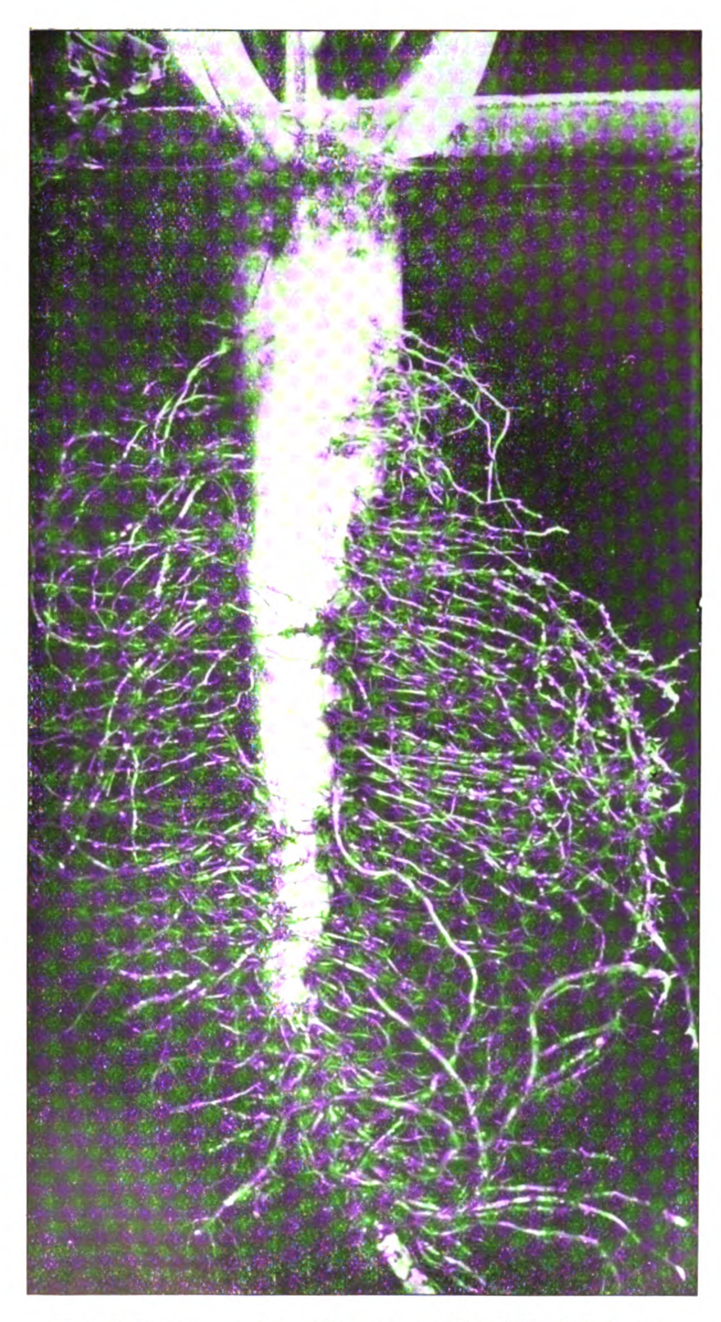


Abb. 2. Im Winter 1916 entwickelte Kümmerpflanzen von Sommerrübsen. Geschlechtsverhältnis von Heterodera Schachtii: 2194.





Von Rübennematoden (Heterodera Schachtii *A. Schmidt*) stark befallene Zuckerrübe. Natürliche Größe.

Autor phot. Verlag von Paul Parey in Berlin.

Heterodera Schachtii *A. Schmidt.*

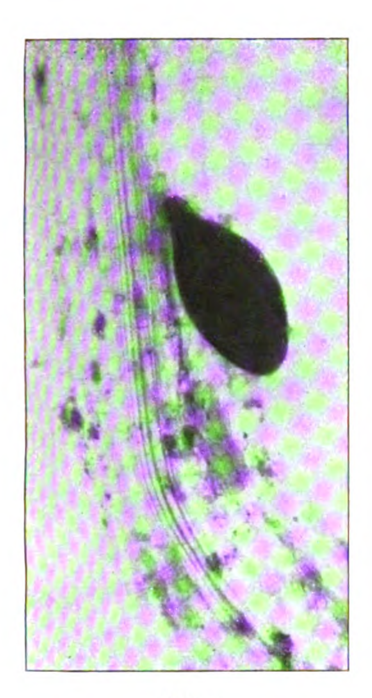


Abb. **1.**
Weibchen, nahezu geschlechtsreif. Vergr. ca. 70fach.

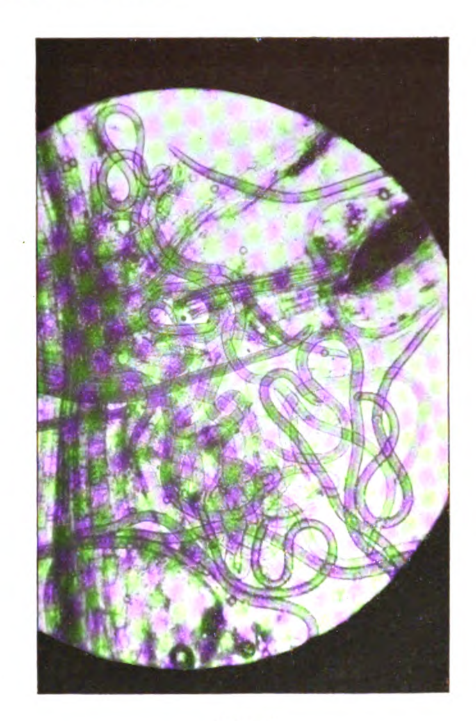


Abb. 2.
Männchen (frei).
Vergr. ca. 55fach.

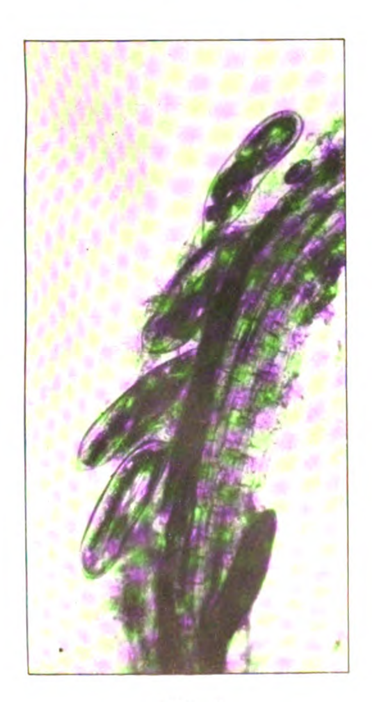


Abb. 3.
Männchen im Puppenstadium.
Vergr. ca. 75fach.

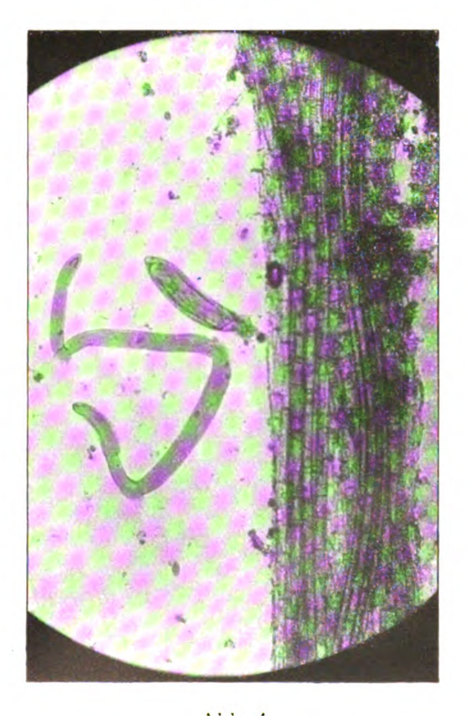


Abb. 4.
Soeben der Puppenhülle entschlüpftes Männchen. Vergr. ca. 60fach.

Autor phot.

Verlag von Paul Parey in Berlin.